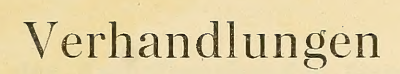




DANIEL HUBER

1768—1829



Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

Band XXVIII

Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum

mit 25 Porträts, 8 Tafeln und 101 Textfiguren.

Basel
Georg & Cie., Verlag
1917



Druck von Emil Birkhäuser, Basel.

Inhalt.

Erster Teil.

Zweiter Teil.

Chemie und Physikalische Chemie.

Geologie, Petrographie und Geographie.

Botanik.

Palaeontologie.

Zoologie.

Pathologische Anatomie.

Prähistorie und Ethnographie.

Verzeichnis der Porträttafeln zum ersten Teil.

Verzeichnis der Tafeln zu den Abhandlungen im zweiten Teil.

Erster Teil.



Geschichte

der

Naturforschenden Gesellschaft in Basel

1817—1917

von

H. G. Stehlin.

I. Gründung.

Als die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft im Jahre 1815 in Genf von Welschschweizern und Bernern gegründet wurde und im folgenden Jahre in Bern ihre erste Organisation erhielt, bestanden in Zürich, in Bern, in Genf, im Aargau und in der Waadt schon Vereine, welche ähnliche Ziele verfolgten und sich stützend an sie anschliessen konnten.[1])

Im Gegensatz zu diesen Lokalgesellschaften anderer Kantone ist die Naturforschende Gesellschaft in Basel[2]) im eigentlichen Sinne des Wortes eine Tochter der schweizerischen. Die Muttergesellschaft hat sie ins Leben gerufen. —

Das Ende des achtzehnten Jahrhunderts und der Beginn des neunzehnten sind für das geistige Leben unserer Vaterstadt eine Periode des Tiefstandes gewesen. Der Betrieb der altehrwürdigen Universität bewegte sich in den ausgelaufenen Geleisen einer vergangenen Zeit. In den uns speziell interessierenden Fächern war der Zustand trostlos. Die medizinische Fakultät[3]) besass zwar auch damals einige fähige Lehrer; sie fanden aber bei den Behörden nicht die Unterstützung, welche zu einer erspriesslichen Tätigkeit erforderlich gewesen wäre, und ihr Auditorium reduzierte sich allmählich auf eine Anzahl Barbiergehilfen. Die einzige naturwissenschaftliche Professur der philosophischen Fakultät, diejenige der Physik, war seit dem Tode Daniel Bernoulli's, 1782, ungenügend und seit 1810 überhaupt nicht mehr besetzt. Daniel Huber, der würdige Nachfolger der Bernoulli auf dem Lehrstuhl der Mathematik, tat sein Möglichstes, um eine Neubelebung der Fakultät herbeizuführen, vermochte aber mit seinen Plänen nicht durchzudringen.

Mit vielem anderen, was einst geblüht hatte, war während dieser Jahrzehnte auch die im Jahre 1751 gegründete und in der Folge im In- und Auslande zu Ansehen gelangte, Societas physico-

medica[4]) dahingewelkt. 1787 hatte sie dem achten Bande ihrer „Acta“, nach langer Unterbrechung, noch einen neunten folgen lassen, der ihr letztes Lebenszeichen geblieben ist.

Diese Societas physico-mathematico-anatomico-botanico-medica helvetica, wie sie mit ihrem vollen Namen hiess, darf nur mit einigem Vorbehalt als Vorläuferin unserer heutigen Gesellschaft bezeichnet werden. Versammlungen ihrer Mitglieder zur Anhörung von Vorträgen und zu wissenschaftlicher Diskussion hat sie nie veranstaltet. Sie war eine vom Dekan der medizinischen Fakultät der Universität Basel geleitete Vereinigung von baslerischen, schweizerischen und auch ausländischen Forschern, die ihren einzigen Zweck in der Herausgabe einer Sammlung wissenschaftlicher Abhandlungen erblickte. Die Mitglieder bezahlten keine Beiträge. Die Finanzierung der Publikation war Sache des Verlegers.

Mit vollem Rechte darf dagegen diese Publikation, die Acta, als Vorläuferin der Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft bezeichnet werden. Sie hat zu ihrer Zeit der schweizerischen Naturforschung ziemlich genau dieselben Dienste geleistet, wie diese im neunzehnten Jahrhundert. Staatsrat Paul Usteri von Zürich hat in dem Vorwort, mit welchem er den ersten Band der Denkschriften beim Publikum einführte, dieses Verhältnis auch ausdrücklich hervorgehoben. —

Kurz nach der Gründung der schweizerischen Gesellschaft am 20. Oktober 1815 wandte sich der getreue Mitarbeiter von Henri Albert Gosse, Pfarrer Samuel Wyttenbach[5]) in Bern an den bereits genannten Daniel Huber, um ihn selbst zum Beitritt einzuladen und zur Nennung anderer Basler, welche sich für die Bestrebungen der Gesellschaft interessieren könnten, zu ersuchen. Huber nahm die Einladung mit Freuden an und erteilte bereitwillig die gewünschte Auskunft. Und nun schrieb ihm Wyttenbach am 29. Oktober 1815: „Die Nachrichten, die Sie mir von gelehrten Naturforschern in Ihrem Basel geben, waren mir sehr wichtig und flössen mir den Gedanken und Wunsch ein, dass Sie ihre nun schlaffende Naturforschende Gesellschaft wieder aufwecken möchten. — Die ehemaligen Acta helveto-basileensia waren zu reich an fürtrefflichen Abhandlungen, als dass nicht jeder wünschen sollte, dass dieselben möchten fortgesetzt werden. Hören Sie meine Vorschläge an! So wie nun in Zürich und Genf und Bern sich Vereine von Naturforschenden Freunden gebildet haben und mit einander in brüderlichem Briefwechsel stehen: so sollten Sie ein gleiches in Basel bilden, das sich mit uns in engere Verbindung setzte. Ihre Stückelberger, Hagenbach, Burkhard, Wolleb, Wykh, Falkner etc. etc., alle fürtreffliche Männer, sollten mit Ihnen

in einen Verein zusammentretten und mit uns brüderlich zum gemeinsamen besten arbeiten.“

Auch diese Anregung fiel bei Huber sofort auf fruchtbaren Boden. Der Plan, die in seiner Vaterstadt auf dem Gebiete der Naturwissenschaften Tätigen in einem freundschaftlichen Verbande zu vereinigen, hatte seinen vollen Beifall. Ganz besonders entsprach aber auch der Gedanke, diesen Verband als Fortsetzung einer Korporation, welcher Daniel Bernoulli, Euler, Lambert und Albrecht von Haller angehört hatten, ins Leben treten zu lassen, seiner auf Pflege des historisch gewordenen und auf Wahrung alten Ansehens gerichteten Sinnesart. Er ahnte damals nicht, wie viel vergebliche Mühe er sich auflud, indem er sich von demselben bestricken liess.

Von den einstigen Mitgliedern der Societas physica lebten damals noch drei, Daniel Wolleb, Medicinae Doctor und Professor der lateinischen Sprache, Johann Rudolf Buxtorf, Medicinae Doctor und Daniel Bernoulli der jüngere, Medicinae Doctor und Domprobsteischaffner. Daniel Huber selbst hatte im letzten Band der Acta eine astronomische Abhandlung veröffentlicht, scheint aber nicht Mitglied gewesen zu sein; wenigstens nennt er sich selbst nicht als solches; auch fehlt sein Name auf der diesem Bande beigegebenen Mitgliederliste.

Da nun aber die Societas physica unter der Leitung der medizinischen Fakultät gestanden hatte, so wandte sich Huber nicht an die noch lebenden Mitglieder, sondern an die derzeitigen Professoren der medizinischen Fakultät Johann Jacob Stückelberger, Karl Friedrich Hagenbach und Johann Rudolf Burckhardt, und diese zeigten sich bei der ersten Sondierung seinen Plänen nicht abgeneigt. Im Dezember 1815 entwarf er eine „Verfassung“ der zu erneuernden Societas und legte dieselbe Professor Stückelberger vor, welcher zwar sich im Prinzip einverstanden erklärte, aber keine Miene machte, die Sache nun energisch an die Hand zu nehmen, sondern die Ansicht äusserte, „man solle zunächst in den Archiven nachsuchen, was über die Constitution der ehemaligen Societas zu finden sei“. Auch dem unterzog sich Huber; zugleich aber sann er auf Mittel, die medizinische Fakultät in Bewegung zu bringen. Am 3. Januar 1816 rief er Wyttenbach zu Hilfe, er möge doch ohne Verzug die Einladungen zum Beitritt in die schweizerische Gesellschaft an die früher genannten Herren, besonders an die Professores Medicinae abgehen lassen, das werde von gutem Einfluss sein. Am besten wäre es, wenn Wyttenbach diese Einladungen sämtlich an Professor Stückelberger senden und diesem zugleich den Vorschlag wegen Erneuerung der ehemaligen Societas empfehlen möchte.

Wyttenbach entsprach diesem Wunsche und Huber seinerseits richtete am 23. Hornung 1816 eine längere Eingabe an die Professores Medicinae, in der er ihnen seinen Plan nochmals warm ans Herz legte; dieselbe schliesst mit der Anregung „viri experientissimi“ möchten die hiesigen Interessenten möglichst bald zu einer Besprechung besammeln und dabei von vorneherein erklären, „es werde niemand durch den Beitritt zu Arbeiten verbindlich gemacht“. Der Eingabe legte er bei: Auszüge aus Briefen von Wyttenbach und Hofrath Horner in Zürich über die Constitution der Berner und der Zürcher Gesellschaft, den nach einigen Vorschlägen Stückelbergers abgeänderten Verfassungsentwurf und unter dem Titel „Kurzer Entwurf einer Geschichte der ehemaligen physisch-medizinischen Societät in Basel“ das Ergebnis der Nachforschungen, welche er in den Archiven der medizinischsn Fakultät und der Universität angestellt hatte. Das letztere Dokument ist nachmals von Peter Merian in der Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum abgedruckt worden.

Allein es wollte wieder nicht vorwärts gehen. Zum Teil ist daran zweifellos der Umstand schuld, dass die drei Professoren der medizinischen Fakultät vielbeschäftigte Aerzte waren. Doch kam noch etwas anderes dazu. Stückelberger und Hagenbach hatten in jahrelangem Kampf mit allen möglichen Unzulänglichkeiten das Vertrauen in die Zukunft der medizinischen Fakultät verloren. Zwei Jahre später, nach dem Inkrafttreten des neuen Universitätsgesetzes, sind sie mit dieser Begründung vom Lehramte zurückgetreten. Es ist leicht verständlich, dass sie in einer solchen Stimmung wenig Lust empfanden, sich von fakultätswegen auf eine neue Unternehmung einzulassen. —

Am 3.–5. Oktober 1816 fand in Bern, unter dem Vorsitze von Wyttenbach, die zweite Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft statt. Huber nahm — als einziger Basler — an derselben teil und schöpfte im Verkehr mit Gleichgesinnten neuen Mut.

Nach Basel zurückgekehrt, suchte er die Verwirklichung seines Wunsches auf einem neuen Wege, der ihn dann auch rasch zum Ziele führte. Er gab den Gedanken an eine Wiederbelebung der Societas physica und an ein Zusammenwirken mit der medizinischen Fakultät auf und lud von sich aus einige Interessenten auf den 19. Dezember 1816, abends 5 Uhr, zu einer Besprechung in die „Sessionsstube des unteren Collegii“ ein. Von zwölf Geladenen erschienen sechs. Hubers Vorschlag, eine Gesellschaft zu gründen, wurde gut aufgenommen. Man beschloss, die Sache weiter zu verfolgen und stellte eine Liste von zwölf ferneren, zu einer zweiten Besprechung beizuziehenden Mitbürgern auf.

Diese zweite Sitzung fand Mittwoch den 8. Januar 1817 im nämlichen Lokale statt. Von den vierundzwanzig diesmal Eingeladenen nahmen elf an derselben teil. Ein von Huber vorgelegter Statutenentwurf, der bedeutend einfacher als der frühere gehalten war, fand allgemeine Billigung und damit war die Naturforschende Gesellschaft in Basel begründet. Die Statuten wurden bei den übrigen Angefragten herumgeschickt und im ganzen von zweiundzwanzig Personen, die als Gründer zu betrachten sind, unterzeichnet. In der folgenden Sitzung, Mittwoch den 22. Januar, schritt man zur Wahl des, in denselben vorgesehenen, dreigliedrigen Vorstandes; Daniel Huber wurde zum Präsidenten, Prof. Daniel Wolleb zum Vizepräsidenten, Dr. Christoph Bernoulli zum Sekretär ernannt. Am 9. April meldete Huber Pfarrer Wyttenbach mit grosser Befriedigung den endlichen Erfolg seiner Bemühungen.

Die zweiundzwanzig Gründer unserer Gesellschaft waren:

1. Daniel Huber, Prof. math.
2. Hieronymus Bernoulli, Stadtrat.
3. Daniel Bernoulli, med. Dr., Domprobsteischaffner.
4. Christoph Bernoulli, Dr. phil.
5. J. Rud. Burckhardt, med. Dr. und Prof.
6. Friedrich Heussler.
7. Wilhelm Haas, Vater.
8. Joh. Baltasar Götz, Vater.
9. Daniel Wolleb, med. Dr., Prof.
10. J. J. Stückelberger, med. Dr. und Prof.
11. J. Rudolf Stückelberger, med. Dr.
12. J. Rudolf Buxtorf, med. Dr.
13. K. Fr. Hagenbach, med. Dr. und Prof.
14. J. L. Falkner, med. Dr.
15. Germ. La Roche, des Raths.
16. Martin Wenk, Sohn.
17. A. Isaak Iselin.
18. J. A. Roschet, med. Dr.
19. Ludwig Mieg, med. Dr.
20. Lukas Linder.
21. Joh. Conrad Dienast, Stiftsschaffner.
22. Carl Harscher.

Von diesen zweiundzwanzig Männern haben sich vornehmlich drei durch wissenschaftliche Forschungen dem Gedächtnis der nachfolgenden Generationen empfohlen: Daniel Huber, Carl Friedrich Hagenbach und Christoph Bernoulli.

Die Rolle, welche Daniel Huber (1768—1829) in der Geschichte der Basler Naturforschung gespielt hat, ist von Eduard Hagenbach in der Eröffnungsrede zur fünfundsiebenzigsten Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft treffend bezeichnet worden: „Huber bildet gleichsam eine Brücke, welche von der Zeit, wo die grossen Mathematiker Bernoulli Basels wissenschaftlichen Ruhm bedingten, durch eine ziemlich öde, sogar etwas sumpfige Gegend hinüber führt zu den Tagen, wo aufs neue wissenschaftliches Leben und Streben sich bei uns regten". Er hatte ursprünglich Medizin studiert und sich dabei gründlich in den Naturwissenschaften umgesehen, sodass er „in keiner derselben ein Laie war". In jüngeren Jahren hatte er sich so eifrig als es die Umstände und seine damals bescheidenen Mittel erlaubten, mit Astronomie befasst und auch einige Abhandlungen aus diesem Gebiete veröffentlicht. Von 1813 an unternahm er im Auftrage der Regierung als Grundlage für einen neuen Kataster eine Triangulation des Kantons Basel, welche sich bei den neueren Vermessungen als eine hervorragend sorgfältige Arbeit erwiesen hat. 1816 publizierte er eine Karte des Bezirks Birseck, die „an Genauigkeit und richtiger Ortsbezeichnung alle vorhergehenden Darstellungen des uns benachbarten Gebiets übertraf". Auch sorgfältige Witterungsbeobachtungen hat er während vierzig Jahren angestellt. Die Professur der Mathematik, die während hundert und drei Jahren von Mitgliedern der Familie Bernoulli versehen worden war, wurde ihm 1791, nach dem Tode des zweiten Johannes Bernoulli, übertragen. Seit 1802 amtete er daneben auch als Universitätsbibliothekar und an allen administrativen Angelegenheiten der Universität beteiligte er sich mit unermüdlichem Eifer. Seine Instrumente, sowie seine umfangreiche und in historischer Hinsicht noch heute sehr wertvolle mathematisch-physikalische Bibliothek vermachte er der Universität

Peter Merian, ein Schüler Hubers, hat die Persönlichkeit desselben folgendermassen charakterisiert: „Anhänglichkeit an das Alte und Bestehende war allerdings ein hervorstechender Zug in seinem Charakter. Eine gewisse ängstliche Umständlichkeit, die mit seiner physischen Konstitution im Zusammenhang stehen mochte, hinderte ihn gar nicht, mit Festigkeit auf dem zu beharren, was er für seine Pflicht hielt, ungeachtet er den Vorstellungen der Freunde, die sein Vertrauen genossen, gerne nachgab. In seinen Amtsgeschäften bewies er eine gewissenhafte Vorsorge für das ihm Anvertraute, die manchem zu weitgehend scheinen mochte. Feind alles Flüchtigen und nur für den Augenblick Berechneten bezeigte er überall, wo er mitzusprechen und mitzuwirken hatte, eine Vor-



C. FR. HAGENBACH
1771—1849



CHR. BERNOULLI
1782—1863

liebe für tüchtige Leistungen, für eine gründliche Sorge für die Zukunft und scheute daher keineswegs die nötigen Opfer. Dieser gediegene Sinn, die Uneigennützigkeit, die Gutmütigkeit und Bereitwilligkeit zur Mithilfe, die er bei allen Gelegenheiten an den Tag legte, seine innige Anhänglichkeit an das Vaterland und an alle vaterländischen Einrichtungen mussten ihm Alle zu Freunden machen, die näheren Umgang mit ihm pflegten, wenn sie auch über mancherlei Dinge abweichende Ansichten hegen mochten.[6])

Carl Friedrich Hagenbach (1771—1849) war von 1798 bis 1801 ausserordentlicher Professor der Anatomie, von 1801 bis 1808 ordentlicher Professor der Anatomie und der Botanik und seit 1808 Professor der theoretischen Medizin, d. h. der Physiologie und Pathologie. 1818 zog er sich, wie bereits bemerkt, vom Lehramte zurück, um sich ganz seiner ausgedehnten Praxis und dem Betrieb seiner Apotheke zu widmen. Ein neuralgisches Leiden hielt ihn Ende der Zehner Jahre längere Zeit von der Ausübung seines Berufes ab und verschaffte ihm eine unfreiwillige Musse, die er benutzte, um seine seit den Studentenjahren mit Eifer betriebenen floristischen Studien, unter sorgfältiger Benutzung verschiedener älterer Herbarien zum Abschluss zu bringen. So entstand das Tentamen Florae Basileensis, das bis in die Siebziger Jahre der Leitfaden aller derjenigen gewesen ist, die der Flora unserer Umgebung nachgingen und als tüchtige Leistung auch bei unseren heutigen Botanikern noch in gutem Andenken steht. Hagenbachs grosses, auch entlegenere Gegenden berücksichtigendes Herbarium ist von seinen Erben der Botanischen Anstalt geschenkt worden.[7])

Christoph Bernoulli (1782—1863) studierte in Göttingen, Berlin und Paris Naturwissenschaften und leitete dann in seiner Vaterstadt von 1806 bis 1817 ein Privatgymnasium mit realistischer Tendenz, in welchem eine Reihe von in der Folge hervorragenden Männern, u. a. die Brüder Peter und Rudolf Merian, ihre Vorbildung erhielten. Bei der Reorganisation der Universität, 1818, wurde er auf den neubegründeten Lehrstuhl für Naturgeschichte und Technologie berufen; später erhielt er eine Professur für industrielle Wissenschaften. Bernoulli war in den verschiedensten Zweigen der Naturgeschichte bewandert; die Dissertation, mit der er sich in Göttingen (1803) den philosophischen Doktorhut erworben hat, handelt „Ueber das Leuchten des Meeres mit besonderer Hinsicht auf das Leuchten tierischer Körper“; nicht lange nachher veröffentlichte er ein Lehrbuch der physischen Anthropologie und in den Jahren, in welchen er der Privatschule vorstand, ein Taschenbuch für schweizerische Mineralogie. Allein seine Be-

deutung als Forscher liegt in den Gebieten der Technologie, der Nationalökonomie und der Statistik, denen er sich vom Beginn der Zwanziger Jahre an mit glänzendem Erfolge zuwandte. Ausser zahlreichen spezielleren Abhandlungen hat er namentlich auch einige Handbücher veröffentlicht, die sich grosser Beliebtheit erfreuten. Sein „Vademecum des Mechanikers“ und sein „Handbuch der Dampfmaschinenlehre“ haben bis lange über seinen Tod hinaus zahlreiche Auflagen erlebt.[8])

Ueber die wissenschaftlichen Bestrebungen einiger weiterer Gründer habe ich folgende Notizen zusammentragen können:

Daniel Wolleb (1757—1822), der erste Vizepräsident unserer Gesellschaft, war von Hause aus Mediziner, praktizierte aber nicht, sondern bekleidete die Professur der lateinischen Sprache. Er besass physikalische Kenntnisse und befasste sich mit meteorologischen Beobachtungen. Während der Jahre 1810—1819, in welchen der Lehrstuhl der Physik unbesetzt blieb, fungierte er als „lector physicus“. Nebenbei beschäftigte er sich auch mit Entomologie und Botanik, besonders mit dem Studium der Moose. Ein von ihm angelegtes Cryptogamen-Herbarium wird in der Botanischen Anstalt aufbewahrt.[9])

Johann Rudolf Burckhardt (1774—1824) war zu der Zeit, da unsere Gesellschaft gegründet wurde, Professor der Anatomie und Botanik; früher, von 1804 bis 1808, hatte er die Professur der theoretischen Medizin versehen. Er besass ein Herbarium, welches Hagenbach für das Tentamen benutzt hat. Nach Huber beschäftigte er sich, angeregt durch das von seinem Schwiegervater Abel Socin hinterlassene Instrumentarium, auch mit der Elektrizitätslehre. Seine Promotionsschrift handelt „de transfusione sanguinis“.

Ueber Johann Jacob Stückelberger (1758—1838), den Professor der praktischen Medizin, schrieb Huber an Wyttenbach, er sei ein Mann von vielem Scharfsinn und philosophischem Beobachtungsgeiste, aber als Arzt und Mitglied des Sanitätskollegiums mit Geschäften überhäuft. „Wünschenswert wäre, wenn er die Arbeiten seiner früheren Jahre in der comperativen Anatomie wieder hervornehmen und dem Publikum mitteilen würde.“

Johann Ludwig Falkner (1787—1832) und Ludwig Mieg (1788—1849) waren beide praktische Aerzte und Apotheker. Der erstere beschäftigte sich mit chemischen Studien; er hat zwei Abhandlungen „Ueber die Verhältnisse und Gesetze, wonach die Elemente der Körper gemischt sind“ und „Beiträge zur Stoechiometrie und chemischen Statik“ veröffentlicht.[10]) Ludwig Mieg

sammelte Pflanzen und war Hagenbach bei der Ordnung seines Herbars behilflich.[11])

Daniel Bernoulli (1750—1834), der damals schon betagte Vater von Christoph Bernoulli, hatte sich in sehr jungen Jahren mit einer Dissertation „de usu medico tabularum baptismalium" den medizinischen Doktorgrad erworben und von 1776—1780 zeitweilig in Vertretung seines gleichnamigen berühmten Oheims physikalische Vorlesungen gehalten. Von 1780 bis 1789 war er Professor der Eloquenz gewesen und dann als Domprobsteischaffner in die Staatsverwaltung übergetreten. Der neunte Band der Acta helvetica, den er als letzter Sekretär der Societas physica herausgegeben hat, enthält ein Lebensbild seines Oheims Daniel sowie eine teratologische Abhandlung von seiner Hand.[12])

Wilhelm Haas (1766—1838), Schriftgiesser und Buchdrucker, hatte in seinen Wanderjahren ein grosses Stück Welt bis nach Russland gesehen. Aus Liebhaberei beschäftigte er sich mit verschiedenen Zweigen der Physik, besonders mit der Elektrizitätslehre. Er galt als Autorität in der Anlage von Blitzableitern.[13])

Hieronymus Bernoulli (1748—1829) entstammte einem Zweig der vielverdienten Familie, welcher keine Mathematiker hervorgebracht hat. Er betrieb ein Materialwarengeschäft. Das von seinem Vater angelegte, von ihm nach verschiedenen Richtungen eifrig ausgebaute Naturalienkabinett gehörte zu den Sehenswürdigkeiten des damaligen Basels. Es ist nach seinem Tode von seinen Erben, einem von ihm hinterlassenen Wunsche gemäss, dem Museum geschenkt worden und hat dasselbe, besonders in der bis dahin recht ärmlich ausgestatteten Abteilung der Wirbeltiere, auf das erwünschteste ergänzt.[14])

Friedrich Heussler und Johann Conrad Dienast sammelten Mineralien. Auch ihre Sammlungen sind später in den Besitz des Museums übergegangen, diejenige Dienasts als Geschenk seiner Enkelin, der bekannten Künstlerin Emilie Linder.[15])

Martin Wenk, seines Zeichens Lederfabrikant, erscheint in der Folge gelegentlich unter den Donatoren der Petrefactensammlung.

Die übrigen Gründer, teils Mediziner, teils Kaufleute, haben sich meines Wissens weder als Forscher noch als Sammler betätigt; sie scheinen sich mehr nur um die gute Sache zu unterstützen angeschlossen zu haben.

Die Basler Naturforscher von 1817, welche Huber um sich sammeln konnte, waren also ein recht kleines Trüppchen. Aber man hatte nun doch endlich einen Anfang gemacht zur Wiederaufnahme der guten alten Tradition. Wesentlich war, dass die

Gründung der Gesellschaft in eine Zeit fiel, da nach langen Jahren der Unsicherheit und Bedrängnis wieder Ruhe einkehrte, sodass das geistige Leben unserer Stadt überhaupt wieder in eine aufsteigende Bahn einlenken konnte. Ein erfreuliches Symptom dieses allgemeinen Aufschwungs war das Gesetz über die Organisation der Universität und des Erziehungsrates, das im selben Jahre 1817, nach langen und durch die politischen Ereignisse vielfach unterbrochenen Vorstudien, endlich Gestalt annahm und am 17. Juni 1818 vom Grossen Rate gutgeheissen wurde. Mit diesem Gesetz wurde auch für die Universität das ancien régime verabschiedet. Es entkleidete die philosophische Fakultät des propaedeutischen Charakters, der ihr bisher angehaftet hatte und stellte sie den übrigen Fakultäten gleich. Es sah in derselben drei naturwissenschaftliche Professuren vor, eine für Physik und Chemie, eine für Botanik und eine für Naturgeschichte. Es stellte den Unterricht in den medizinischen Fächern auf eine neue, den veränderten Verhältnissen angepasste Basis. Alle diese Neuerungen hatten bald eine günstige Rückwirkung auf das Gedeihen der Naturforschenden Gesellschaft.

II. Organisation und Sitzungsbetrieb 1817—1917.[16])

Die Verfassung, welche in der Sitzung vom 8. Januar 1817 angenommen wurde,[17]) bestimmte in ihrem elften und letzten Paragraphen: „Diese Verfassung ist für Ein Jahr festgesetzt. Nach Verfluss desselben soll sie wieder revidiert und in allgemeiner Versammlung darüber beschlossen werden.“ Nach der Meinung ihres Urhebers sollte sie also ganz provisorische Dienste leisten. Da sie indessen, allem Anschein nach, den damaligen Bedürfnissen der Gesellschaft vollkommen entsprach, sah man sowohl 1818 als in den folgenden Jahren davon ab, sie zu revidieren, und schliesslich ist sie während dreizehn Jahren in Kraft geblieben. Man liess den dreigliedrigen Vorstand, über dessen Amtsdauer nichts verfügt war, stillschweigend weiter amten. Als der Vizepräsident D. Wolleb 1822 starb und als der Sekretär Chr. Bernoulli 1826 seine Entlassung nachsuchte, wurden Ersatzwahlen getroffen.

Die Aufgabe der Gesellschaft ist in diesen ihren ersten Statuten wie folgt definiert:

„1. Die Gesellschaft setzt sich zum Zwecke: Erstlich die Erweiterung und Ausbreitung menschlicher Kenntnisse in sämtlichen Zweigen der Naturwissenschaften, mit besonderer Hinsicht auf die Naturgeschichte des Vaterlandes und der Umgegend; sodann die Anwendung dieser Kenntnisse auf das praktische Leben überhaupt sowohl, als ganz besonders auf den Nutzen des Vaterlandes."

„2. Obgleich sie zur Erreichung dieses Zweckes theoretische Untersuchungen keineswegs ausschliesst, so wird sie doch auf dem sicheren Wege der Erfahrung, durch sorgfältige und richtige Beobachtungen und Versuche die Kenntnis der Natur zu befördern sich bestreben."

Die letztere Bestimmung lag Huber ganz besonders am Herzen. Er hatte sie schon in den Entwurf einer Verfassung für die wiederzubelebende Societas physica aufgenommen und am 27. Februar 1816 Wyttenbach auch zur Aufnahme in die damals im Entstehen begriffenen Statuten der schweizerischen Gesellschaft empfohlen, mit folgendem für ihn charakterischen Kommentar: „Wenn ich gleich einerseits überzeugt bin, dass bei einer literarischen Gesellschaft so viel Freiheit als möglich obwalten und man überhaupt den Aeusserungen des Genies so wenig Schranken als möglich setzen solle: so möchte ich doch auf der andern Seite die Gesellschaft sehr gerne vor leerem metaphysischem Geschwätze bewahren, das heutzutage leider so sehr Mode ist."

Einige der naturforschenden Gesellschaften des achtzehnten Jahrhunderts hatten sich durch Beschränkung der Mitgliederzahl zu einem engern und intimern Kreise, gewissermassen zu einer kleinen Akademie, abgeschlossen. Eine solche Konstitution hat sich zum Beispiel die Berner Gesellschaft in ihren Anfängen gegeben, übrigens nicht zu ihrem Vorteil. Huber hatte seine guten Gründe, ihr nicht auf diesen Weg zu folgen. Bei seinen Besprechungen über die Wiederbelebung der Societas physica hatte sich ihm offenbar kein Eindruck mehr aufgedrängt als der, dass er sorgsam jeden Funken von gutem Willen zu Rate ziehen müsse, wenn im damaligen Basel überhaupt etwas zustande kommen sollte. Demgemäss bestimmte er, dass alle Bürger oder Einwohner des Kantons als Mitglieder aufgenommen werden können und um ja niemanden abzuschrecken, fügte er bei: „Vorläufig verpflichtet die Gesellschaft keines ihrer Mitglieder zu eigentlichen Arbeiten, Untersuchungen, gelehrten Ausarbeitungen usw.; sondern sie beschränkt sich auf freundschaftliche Zusammenkünfte, in welchen sie durch gegenseitige Belehrung und Mitteilung der Erreichung ihres Zweckes vorzuarbeiten gedenkt und dieselbe zum Teil auch einigermassen zu erhalten hofft". „Wir glaubten, im Kleinen beginnen zu müssen",

schrieb er am 9. April 1817 an Wyttenbach, „der angenehmen Hoffnung lebend, es werde nach und nach etwas grösseres und nutzbares aus dem kleinen hervorgehen“.

Der Jahresbeitrag der Mitglieder wurde auf acht alte Franken festgesetzt, was elf ein halb Franken neuer Währung entspricht; wenn man ihn 1852, beim Uebergang zu letzterer, auf die heute noch giltigen zwölf Franken normierte, so bedeutete dies also nur eine kleine, durch Bequemlichkeitsgründe nahegelegte Aufrundung. Die obligatorischen finanziellen Leistungen der Mitglieder sind somit von 1817 bis 1917 dieselben geblieben.

Die Versammlungen sollten zweimal des Monats in den Abendstunden abgehalten werden. Wie weit dieser Vorsatz durchgeführt wurde und wie sich die Sitzungen in den nächsten zwei Jahren gestaltet haben, ist aus den vorhandenen Akten nicht zu ersehen, denn ein Protokoll wurde zunächst nicht geführt, obwohl die Verfassung die Führung eines solchen ausdrücklich unter den Obliegenheiten des Sekretärs aufzählt. Wahrscheinlich begnügte man sich meistens mit den in den Statuten vorgesehenen freien Unterhaltungen, welche sich allerdings kaum zur Protokollierung eignen mochten. Ein Vortrag aus dem Jahre 1818, dessen Manuskript in unserem Archive liegt, ist vielleicht der erste gewesen, der vor der Gesellschaft gehalten wurde. Sein Autor ist der Gymnasialrektor J. R. Hanhart[18]), welcher der Gesellschaft noch im Gründungsjahre beigetreten war. Er ist betitelt „Gedanken über einige Gegenstände, welche der Aufmerksamkeit einer physikalisch-ökonomischen Gesellschaft würdig scheinen“ und zeigt — gleich wie auch die zitierte Umschreibung des Gesellschaftszweckes durch Daniel Huber — dass man damals erwartete, die Gesellschaft werde ihre Aufmerksamkeit, nach dem Vorbilde verschiedener Vereine des achtzehnten Jahrhunderts, besonders auch den praktischen Anwendungen der Naturwissenschaften zuwenden. In der Folge hat sich die Gesellschaft als solche nicht in dieser Richtung betätigt, wenngleich verschiedene ihrer hervorragendsten Mitglieder stetsfort ihre Kenntnisse auch in den Dienst staatlicher und privater Unternehmungen stellten.

Die „Sessionsstube des untern Collegii“, in welcher die zwei ersten Sitzungen und wohl auch die nächstfolgenden abgehalten worden waren, scheint nicht auf die Dauer zur Verfügung gestanden oder den Bedürfnissen nicht ganz entsprochen zu haben. Die Gesellschaft mietete sich daher Ende 1818 bei der Lesegesellschaft, die damals noch nicht ihr heutiges Gebäude, sondern den Reinacherhof, Münsterplatz 18, bewohnte, ein, in einem Zimmer des zweiten Stockes.

Von 1819 an konnte Huber dem Präsidenten der schweizerischen Gesellschaft, wie es schon damals gefordert wurde, eine kleine Liste von Verhandlungen der Basler Kantonalgesellschaft einreichen; der Sitzungsbetrieb lenkte in die uns vertrauten Bahnen ein. Von den Gründern begegnen uns unter den Vortragenden, neben Daniel Huber selbst, der Vizepräsident Daniel Wolleb, der Sekretär Christoph Bernoulli, Prof. J. R Burckhardt, Dr. Ludwig Falkner, Dr. R. Stückelberger (der Sohn des Professors), Stadtrat Haas; von den etwas später Beigetretenen der schon erwähnte Rektor Hanhart, Apotheker Obermeyer, Jacob Hagenbach (der frühverstorbene zweite Sohn des Botanikers) und Peter Merian, welcher 1819 die wiederhergestellte und durch einen Lehrauftrag für Chemie erweiterte Professur für Physik antrat und nun alsbald das tätigste Gesellschaftsmitglied wurde.

Das Jahr 1821 brachte zwei wichtige Ereignisse, welche sehr zur Kräftigung der Gesellschaft beitrugen, die Begründung des „Naturwissenschaftlichen Museums" und die siebente Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Basel.

Die Inhaber der beiden Professuren für Naturgeschichte und für Physik und Chemie, Christoph Bernoulli und Peter Merian, hatten moderne Vorstellungen vom akademischen Unterricht und waren nicht gewillt, sich mit rein theoretischen Vorlesungen zu begnügen. Sie gelangten daher mit ihren Wünschen an die Regenz und legten derselben dar, wie nach ihrer Ansicht ohne grosse Unkosten Vorkehrungen zu den erforderlichen Demonstrationen getroffen werden könnten. Ganz unerwartet kamen diese Anregungen nicht, denn bei der Neuregulierung der Universitätsverhältnisse von 1818 war allbereits ein kleiner Jahreskredit von 800 Fr. für solche Zwecke vorgesehen worden. Da die Petenten überdies im Schosse der Regenz einen eifrigen, geschäftskundigen und auch bei den obern Behörden einflussreichen Mithelfer an Daniel Huber hatten, geriet die Angelegenheit verhältnismässig rasch in Fluss. Im Frühjahr 1821 war die Begründung eines „Naturwissenschaftlichen Museums"[19]) im Falkensteinerhof, den die Regierung bereitwillig zur Verfügung gestellt hatte, beschlossene Sache. Es wurden für die neue Anstalt zwei Abteilungen, eine für Naturgeschichte und eine für Physik und Chemie, sowie ein Hörsaal und eine Bibliothek vorgesehen. Den Kern der Abteilung für Naturgeschichte sollten die bisher auf der Universitätsbibliothek im Hause zur Mücke aufbewahrten Naturaliensammlungen von Pfarrer Hieronymus d'Annone, Registrator Daniel Bruckner, Professor Johann Jacob d'Annone und Johann Rudolf Frey bilden. Für die physi-

kalisch-chemische Abteilung wurde ein kleines Laboratorium in Aussicht gestellt und zur sonstigen Ausstattung derselben konnten die seit den bessern Zeiten des achtzehnten Jahrhunderts, da Benedict Staehelin und Daniel Bernoulli[20]) Physik gelehrt hatten, noch vorhandenen, erst seit kurzem wieder aus dem Staub hervorgezogenen Instrumente einen Anwurf bilden. Der Grundstock der Anstaltsbibliothek sollte den naturwissenschaftlichen Beständen der Universitätsbibliothek entnommen werden. Da Daniel Huber Universitätsbibliothekar war, bot auch die Durchführung dieses letzteren Programmpunktes, der sonst leicht zum Stein des Anstosses hätte werden können, keine Schwierigkeit.

Für die Naturforschende Gesellschaft lag es nahe, mit dieser Anstalt, welche durch drei ihrer Mitglieder ins Leben gerufen wurde und der Verfolgung von Zielen dienen sollte, die ihren eigenen so nahe verwandt sind, in engere Fühlung zu treten. Schon am 25. Mai 1821, als alles noch Projekt war, unterbreitete sie der Regenz und durch deren Vermittlung den oberen Behörden einen „Vorschlag“ betreffend die Regulierung ihres Verhältnisses zum Museum[21]), der sofort beifällige Aufnahme fand und dadurch den Charakter eines Vertrages erhielt. Dieses Dokument bildet eine Art von Ergänzung zu den Statuten von 1817; sein Inhalt wurde bestimmend für die weitere Entwicklung der Betriebes. Die Gesellschaft anerbot sich darin, sowohl die Sammlungen als die Bibliothek durch Zuwendungen zu unterstützen, welche ihr Eigentum bleiben, aber im Falle ihrer Auflösung dem Museum anheimfallen sollten. Es wird unten in einem besonderen Abschnitt berichtet werden, wie und wie weit sie in der Folge diese Vorsätze durchgeführt hat. Als Gegenleistung bedang sie sich, neben gewissen Vergünstigungen für ihre Mitglieder in der Benützung der Bibliothek, das Recht aus, im Hörsaal des Museums ihre Sitzungen abzuhalten. Auch sollten die Sammlungssäle den Mitgliedern zu den Versammlungszeiten offenstehen, was beweist, dass der heutige Typus solcher „Versammlungen“ sich noch nicht völlig eingebürgert hatte. Schliesslich wurde eine periodische Berichterstattung über die Tätigkeit der Gesellschaft in Aussicht genommen, welcher eine Rechenschaft über die Entwicklung des Museums einverleibt werden sollte. Auch auf diese Bestimmung werden wir noch zurückkommen in dem besondern Abschnitt, welcher der Besprechung der Gesellschaftspublikationen gewidmet ist.

Mitten in die Vorarbeiten zur Errichtung des Museums fiel am 23.—25. Juli 1821 die Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Man hatte sie wohl nicht ganz ohne Nebenabsicht gerade in diesem Jahre nach Basel gezogen.



PETER MERIAN
1795—1883

In einem Memorial, welches er am 16. Januar in Sachen der Museumsangelegenheit an die Curatel richtete, bemerkt nämlich Huber: „Bekanntlich wird künftigen Sommer die seit sieben Jahren bestehende Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften bei uns in Basel ihre jährliche Versammlung abhalten; bei diesem Anlasse würde es der Ehre der einzigen Universitätsstadt der Schweiz nicht unangemessen sein, wenn wir in Rücksicht anderer Kantone nicht allzusehr zurück wären, sondern den aus allen Gegenden unseres gemeinsamen Vaterlandes versammelten ausgezeichneten Männern auch Anstalten aufweisen könnten, welche den entsprechenden in andern Schweizerstädten einigermassen an die Seite gestellt werden könnten." Es scheint, dass dieser Hinweis in der Tat einen beschleunigenden Einfluss auf die Beratungen der Behörden ausgeübt hat.

Präsident der Versammlung war selbstverständlich Daniel Huber; als Sekretär amtete Christoph Bernoulli. Ueber siebzig Gäste aus der Schweiz leisteten der Einladung der Basler Folge, für die damalige Zeit eine stattliche Zahl. Alle wurden in Privatlogis einquartiert, über die sie an den Stadttoren die nötigen Informationen erhielten. An sämtlichen drei Tagen wurden allgemeine Sitzungen abgehalten, die morgens 10 Uhr begannen; Sektionen gab es damals noch nicht. Die erste Sitzung fand im „Academischen Saal des Münsters" in Gegenwart des Bürgermeisters statt, die beiden folgenden „auf dem Posthause". Um 2 Uhr schloss sich an die Sitzung jeweilen ein gemeinsames Mittagessen im „Wilden Mann" an.

Huber zeigte in seiner gediegenen Eröffnungsrede[22]) an einigen wohlgewählten Beispielen, wie Untersuchungen, die in rein wissenschaftlichem Interesse unternommen wurden, unversehens zu wichtigen Fortschritten auf praktischem Gebiete führen können; vielleicht waren diese Ausführungen mehr auf seine Mitbürger als auf die Gäste berechnet. Dann ging er nach damaliger Uebung dazu über, die von den verschiedenen Kantonalgesellschaften eingesandten Tätigkeitsberichte zu resumieren und legte auch Rechenschaft von den Leistungen der Basler Gesellschaft ab. Mit besonderer Genugtuung wies er auf die bevorstehende Eröffnung des naturwissenschaftlichen Museums hin.

Von den damaligen Beschlüssen der noch jungen und nicht mit Glücksgütern gesegneten schweizerischen Gesellschaft ist zu erwähnen, dass den Mönchen auf dem Sanct Bernhard ein Beitrag von 400 Fr. an die Verbesserung ihres ungesunden Gebäudes zugesprochen wurde. Um den wissenschaftlichen Teil der Verhandlungen machten sich namentlich Marc Auguste Pictet von Genf und Hans Conrad

Escher von Zürich verdient. Der letztere hielt zwei Vorträge von hervorragendem lokalem Interesse, den einen „Ueber die von Baron von Glenk bei Eglisau unternommenen Bohrversuche auf Steinsalz“, den andern über „Die aus dem Wasserbecken des Rheins in den Alpen und dem Jura bei Basel jährlich abfliessende Wassermenge“ nach den Beobachtungen an dem seit 1808 an der Rheinbrücke angebrachten Pegel. Von baslerischen Mitgliedern sprachen Chr. Bernoulli über die Fortschritte und den gegenwärtigen Stand der Bandfabrikation in Basel, Peter Merian über die Flötzbildungen am südwestlichen Rande des Schwarzwaldes.

Die Regierung spendete 400 Fr., die zu einer Preisausschreibung bestimmt wurden. Morgens vor den Sitzungen hatten die Gäste freien Zutritt zur Universitätsbibliothek auf der Mücke, wo vorderhand die oben erwähnten Naturaliensammlungen noch untergebracht waren, sowie zu verschiedenen Privatkabinetten. Darüber, wie sich der gesellige Teil der Versammlung an den Nachmittagen und Abenden abwickelte, erfährt man aus den gedruckten Berichten gar nichts. Nur die Kassaakten lassen etwas durchblicken. Jacob Hindenlang, Schiffmann, erhält 20 Fr. „per ein Schiff nach Grenzach zu führen und wieder zurück“, der Zielwirth Müller in Grenzach stellt Rechnung für ein Abendessen inclusive 8 Maass Bier und 22 Maass Wein, wovon zwei „für Gutscher“, N. Singeisen in Binningen für ein Abendessen nebst Wein, Bier, Selzerwasser und Cigarren.

Die Versammlung scheint einen sehr befriedigenden Verlauf genommen zu haben. In der Stadt Basel, für welche damals ein wissenschaftlicher Kongress etwas neues war, erregte sie Aufsehen.

Auch die Nachwirkung auf die Tätigkeit der Lokalgesellschaft blieb nicht aus. In der ersten Wintersitzung, am 11. Oktober, wurde beschlossen, mit der Protokollführung nun endlich Ernst zu machen. Man berieht auch darüber, wie für einen stetigeren Betrieb gesorgt werden könnte: „Ein Mitglied äusserte den Wunsch, es möchte eine Veranstaltung getroffen werden, dass in jeder Monatssitzung wenigstens von einem Mitgliede regelmässig irgend ein Vortrag oder eine Vorlesung gehalten werde. Derselbe wird allgemein unterstützt; indessen erkennt man die Schwierigkeit, irgend eine Verpflichtung damit zu verbinden und kann daher einen bestimmten Wechsel nicht einführen. — Es wird endlich beschlossen, der Vorsteher möge in jeder Sitzung an sämtliche Mitglieder die Frage ergehen lassen, wer in der nächsten einen Vortrag übernehmen wolle, der indessen keineswegs eine eigene Forschung zu sein brauche. Zugleich wird beschlossen, dass man auch in der Mitte jeden Monats zusammenkommen wolle, wenngleich nur für die

erste Monatssitzung bestimmt Vorlesungen erwartet werden können, und dass jede Sitzung 1/26 Uhr anfangen solle."

Inzwischen war das naturwissenschaftliche Museum programmgemäss eingerichtet nnd mit einem Reglement versehen worden. Die unmittelbare Leitung desselben hatte die Regenz, die sich selbst die Oberaufsicht vorbehielt, in die Hand einer dreigliedrigen Kommission gelegt, bestehend aus Daniel Huber als Präsident, Christoph Bernoulli und Peter Merian.

Schon die nächste Sitzung, am 25. Oktober 1821, konnte im „Physiksaal" des Falkensteinerhofes abgehalten werden. „Mit besonderem Vergnügen besahen die Mitglieder den durch die Bemühungen des Herrn Prof. Merian neu aufgestellten Apparat und manche neu angeschaffte Instrumente, zumal galvanische."

Die erstrebte Regelmässigkeit des Betriebes wurde freilich in der ersten Hälfte der zwanziger Jahre noch nicht erreicht. Das Protokoll zeigt von 1823 an grosse Lücken, die nur teilweise durch die von Huber den Jahrespräsidenten der schweizerischen Gesellschaft eingereichten Tätigkeitsberichte ausgefüllt werden. Erst nachdem Ende 1826 Dr. Ludwig Imhoff das Sekretariat übernommen hatte, kommt Stetigkeit in die Protokollführung und von nun an gewinnen auch die Verhandlungen zusehends an Mannigfaltigkeit. Mit Ausnahme von Huber und Christoph Bernoulli haben die Gründer sehr wenig zur Herbeiführung dieses Aufschwunges beigetragen; in der Hauptsache war er das Werk der jüngern, in der Mehrzahl von auswärts berufenen, Kräfte, mit welchen — sehr allmählig — im Verlauf der zwanziger Jahre die durch das Gesetz von 1818 vorgesehenen naturwissenschaftlichen Professuren besetzt wurden.

Als erster Vertreter dieser jüngeren Generation war, wie schon erwähnt, 1819 Peter Merian, Professor der Physik und Chemie, der Gesellschaft beigetreten; ihm übertrug dieselbe 1822, nach Daniel Wollebs Tode, das Vizepräsidium. 1825 folgte Carl Gustav Jung, Professor der Anatomie und Chirurgie; 1826 Johannes Roeper, Professor der Botanik; 1828 Friedrich Meisner, Professor der Physiologie und Pathologie. Seit 1826 wirkte ausserdem der an der Universität als Dozent für Entomologie tätige, bereits erwähnte Dr. Ludwig Imhoff mit. Während der letzten zwanziger und anfangs der dreissiger Jahre, als Peter Merian durch ein langwieriges Halsleiden lange Zeit am Sprechen verhindert war, haben sich insbesondere Jung und Roeper mit grosser Hingebung der Gesellschaft gewidmet. Christian Friedrich Schönbein, der 1828 als interimistischer Stellvertreter von Merian nach Basel ge-

kommen war, hat seine Vorträge und Mitteilungen, welche dann bald die Traktandenliste beherrschten, erst 1832 begonnen.

Diesen sechs Männern und einigen Altersgenossen, die sich bald ihnen anschlossen, kommt das Verdienst zu, unsere Gesellschaft definitiv aus den Schwierigkeiten des Anfangs herausgehoben und in eine gedeihliche Bahn geleitet zu haben.

Peter Merian[23]) hat in den Jahren, da er die Professur für Physik und Chemie versah, öfters mit den neuangeschafften elektrischen Apparaten vor der Gesellschaft experimentiert; auch über einige eigene, rein physikalische und cristallographische Untersuchungen hat er berichtet. Meistens lieferten ihm aber schon damals seine Forschungen auf geologischem, palaeontologischem, geophysischem und meteorologischem Gebiete den Stoff zu seinen Mitteilungen. Die geologischen Vorträge, welche er in den zwanziger Jahren hielt, stehen fast durchweg im Zusammenhang mit seinen damals im Entstehen begriffenen Hauptwerken, in denen er als erster eine, zwar noch summarische, aber in den Hauptzügen richtige, Gliederung der Sedimente unserer Gegend durchführte und den Grund zum Verständnis des tektonischen Aufbaues derselben legte. Von vornherein war dabei seine Aufmerksamkeit auch auf die praktischen Anwendungen der Geologie gerichtet; schon 1820 sprach er über die Möglichkeit, in unserem Kanton Steinsalz zu finden, 1824 über die Versuche, in unsrer Umgebung Steinkohlenlager zu entdecken. Die lange Reihe seiner meteorologischen und geophysischen Mitteilungen eröffnete er mit einem Vortrage über mittlere Barometerhöhe, Temperatur und Meereshöhe von Basel nach Beobachtungen seines Grossvaters Abel Socin (1821); dann folgten solche über Quellentemperatur und Erdwärme, über das Grundeis der Flüsse, über Windverhältnisse, Erdbeben u. s. f. und bald hatte er fast alle die Themata in Angriff genommen, die ihn dann während seiner langen Laufbahn fort und fort beschäftigt haben.

Die wenigen Vorträge und Mitteilungen von Christoph Bernoulli bewegten sich auf den Gebieten der Technologie und Statistik, die auch nicht sehr zahlreichen Daniel Hubers und seines Amtsnachfolgers Rudolf Merian[24]) auf den Gebieten der Physik und der Astronomie. Einmal (1819) hat Huber auch einen, noch im Manuskript vorhandenen, Vortrag gehalten, der Ergebnisse seiner kartographischen Tätigkeit zusammenfasste: Ueber die Lage von Stadt und Landschaft Basel. Einige Vorträge physikalischen Inhaltes von Christoph Staehelin[25]) sind aus dem Anfang der dreissiger Jahre verzeichnet.

Carl Gustav Jung[26]), der Regenerator unserer medizinischen Fakultät, behandelte in seinen Vorträgen normal-anatomische, pathologische, physiologische und gelegentlich auch klinische Gegenstände. Um ihn bildete sich bald ein kleiner Kreis wissenschaftlich angeregter jüngerer Mediziner (J. M. Nusser, J. Schwab, August Burckhardt, Eduard Hagenbach, Carl Streckeisen), die in der Gesellschaft mitarbeiteten und nicht selten auch vergleichend-anatomischen und zoologischen Fragen ihr Interesse zuwandten. Zum bemerkenswertesten unter diesen Leistungen gehörten die Untersuchungen des früh verstorbenen Eduard Hagenbach[27]) über die Anatomie des Säugetierohres. Auch Fr. Meisner[28]) hat, zu der Zeit, da er Professor der Physiologie war, einige vergleichend-anatomische Untersuchungen vorgelegt. Im Anschluss an die Mediziner ist ferner der eifrigen Tätigkeit des Philosophieprofessors Friedrich Fischer[29]) zu gedenken, der in seinen Vorträgen gerne in das Gebiet der Physiologie hinüberschweifte, aber sich nicht immer den Beifall der Fachmänner zu erwerben vermochte. 1830 schlossen sich die Aerzte übrigens auch noch zu einem medizinischen Verein zusammen, dem aber, wie es scheint, nur ein kurzer Bestand beschieden war.[30])

In den Protokollen der zwanziger und dreissiger Jahre sind eine Reihe von kürzeren und einlässlicheren faunistischen und biologischen Mitteilungen über Vögel, Reptilien, Mollusken und besonders Insekten verzeichnet von Rektor Hanhart, von Apotheker J. J. Bernoulli[31]), von Jakob Hagenbach[32]) u. a. Jahrzehnte lang, bis in den Anfang der sechziger Jahre, hat Dr. Ludwig Imhoff[33]), der verdiente Vorsteher der entomologischen Sammlung des Museums, diese Studienrichtung weiter vertreten. Imhoff war ein besonders gewiegter Kenner der Coleoptern und Hymenoptern, befasste sich aber mit der Insektengruppe in ihrem ganzen Umfang, in seinen jüngeren Jahren auch mit verschiedenen andern Abteilungen des Tierreichs.

Obwohl sich unter den Gründern mehrere Liebhaber der Botanik befanden, wird aus dem Anfang der zwanziger Jahre nicht viel über Mitteilungen aus diesem Gebiete berichtet. Erst mit dem Eintritt Johannes Roepers[34]) kommt dasselbe zu seinem Rechte. Roeper hat die Botanik in einem umfassenderen und moderneren Sinne betrieben als seine Vorgänger auf dem hiesigen Lehrstuhl. Er beschäftigte sich mit Phanerogamen und Cryptogamen, mit anatomischen, teratologischen, phaenologischen sowohl als mit systematischen und geographischen Fragen, gelegentlich berichtete er auch über einen bibliographischen Fund, den er in der, für die ältere Zeit so vollständigen, botanischen Bibliothek gemacht hatte

und über einen Präpariertisch, den Mechanikus Ryhiner nach seinen Angaben konstruiert hatte. Seine Vorträge scheinen zum anregendsten gehört zu haben, was in jenen Jahren im Schosse der Gesellschaft geboten wurde.

Nach Roepers Wegzuge, 1836, vertauschte F. Meisner die Professur der Physiologie mit derjenigen der Botanik und betätigte sich von da an ausschliesslich im Gebiete der letzteren. Meisner war ein fruchtbarer Mitarbeiter an Decandolle's Prodomus und behandelte in seinen Vorträgen, die sich in langer Reihe bis in die sechziger Jahre folgten, dieser Forschungsrichtung entsprechend, vorwiegend systematische und pflanzengeographische Themata.

An chemischen Mitteilungen hat es der Gesellschaft auch in vor-Schönbein'scher Zeit nicht ganz gefehlt; in den Protokollen sind solche von Dr. Falkner, von Apotheker Obermeyer, von Peter Merian, von Christoph Staehelin und von dem in den verschiedensten Gebieten versierten Apotheker Bernoulli verzeichnet; sie scheinen aber durchweg bloss referierenden Charakters gewesen zu sein.

Mit Christian Friedrich Schönbeins Eingreifen gewann die Chemie auf Jahrzehnte hinaus eine dominierende Stellung in den Verhandlungen. Seine Mitteilungen sind nicht zu zählen. Von Anfang an hatte er es sich zum Grundsatze gemacht, alle seine kleinern und grössern Entdeckungen zuerst der Basler Gesellschaft vorzulegen, sodass die Serie seiner Vorträge ein lückenloses Bild vom Gange seiner Forschungsarbeit gibt. Zuerst beschäftigte ihn das heute noch nicht restlos gelöste Problem der Pasivität des Eisens, von dem er die Gesellschaft erstmals am 23. Dezember 1835 unterhalten hat. Durch diese wurde er zu seinen vielseitigen elektrochemischen Studien geführt. Seine grösste wissenschaftliche Tat ist wohl die Entdeckung des Ozons, die ihm vom Frühjahr 1839 an Stoff zu zahlreichen Mitteilungen lieferte. Die nachhaltigsten präktischen Folgen zeitigten die Entdeckung der Schiessbaumwolle (vorgelegt 27. Mai 1846) und diejenige des Collodiums (Winter 1846—7). Später wandte er sich mehr und mehr der unerschöpflichen Fundgrube der Oxydationsvorgänge zu, die er bis ins feinste Détail verfolgte, wobei er sich nicht auf die Reaktionen des Ozons und des Wasserstoffsuperoxydes beschränkte, sondern die Aktivierung des Sauerstoffs im lebenden Gewebe sowie die jetzt wieder so aktuell gewordene Frage der Bindung des atmosphärischen Stickstoffs untersuchte und die Rolle der Fermente im Zellstoffwechsel aufdeckte. (F. F.)[35]

Am 8. Dezember 1829 starb der allverehrte Präsident Daniel Huber, der bis dahin die Geschicke der Gesellschaft gelenkt hatte. Nun empfand die jüngere Generation, welche schon seit einigen Jahren fast ausschliesslich für die Belebung der Sitzungen sorgte, doch das Bedürfnis den Betrieb auf einen weniger patriarchalischen Fuss zu stellen und beschloss die Verfassung von 1817 einer Revision zu unterziehen. Die Vorbereitung derselben wurde einer viergliedrigen Spezialkommission (Roeper, Imhoff, Schönbein, Jung) übertragen und aus langen Beratungen, welche die wissenschaftliche Tätigkeit auf einige Zeit stille stellten, gingen dann am 10. März 1830 die sehr paragraphenreichen zweiten Statuten unserer Gesellschaft hervor. Sie wurden gedruckt und unter die Mitglieder verteilt, während die ersten nur in einem handschriftlichen Exemplar, unter welches die neu eintretenden ihren Namen setzten, existiert hatten.[36]) Offiziell sind diese Statuten von 1830, von kleinen Partialrevisionen abgesehen, während nicht weniger als vierundsechzig Jahren in Kraft geblieben. Allein manchen ihrer einlässlichen Bestimmungen ist überhaupt nie nachgelebt worden und andere sind im Laufe der Zeit ausser Acht geraten.

Gleich die Definition des Gesellschaftszweckes, auf die man sich diesmal einigte, zeigt einige bemerkenswerte Abweichungen gegenüber der 1817 gewählten. Die Anwendung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse auf das praktische Leben wird nicht mehr besonders hervorgehoben. Auch die Verwahrung gegen aprioristische Spekulation wird weggelassen; sie hatte sich als überflüssig erwiesen. Basel ist für das „metaphysische Geschwätz" zu allen Zeiten ein schlechter Nährboden gewesen. Die „Naturphilosophie", die in jenen Jahrzehnten so viele Köpfe verwirrte, macht sich in den Protokollen unserer Gesellschaft kaum irgend wie bemerkbar. Die leitenden Persönlichkeiten waren alle überzeugte Anhänger jener von Huber empfohlenen Forschungsgrundsätze, auch Schönbein nicht ausgenommen, der in seinen Studienjahren stark unter dem Einfluss von Schelling gestanden hatte und auch später in regem Verkehr mit ihm geblieben ist. Lorenz Oken, der im Winter 1821—22 an der Universität Vorlesungen hielt und sich um eine medizinische Professur bewarb, merkte bald, dass hier kein für ihn geeignetes Wirkungsfeld sei und gab seine Pläne auf.[37])

Dagegen wurde nun, entsprechend der Abmachung von 1821, unter den Vereinszielen auch die „Vervollkommnung der naturwissenschaftlichen Sammlungen" genannt.

Den bisher dreigliedrigen Vorstand erweiterte man durch Beigabe eines Vizesekretärs. Alle Vorstandsmitglieder sollten fortan auf zwei Jahre gewählt werden und dann nicht wieder an dieselbe Stelle wählbar sein.

In der Umschreibung der Mitgliederpflichten gingen die Legislatoren von 1830 mit einer Kühnheit vor, die sehr eigentümlich gegen die Schüchterheit absticht, mit der Huber diesen Punkt behandelt hatte. Sie verlangten von den „ordentlichen Mitgliedern“ nicht nur mindestens einen Vortrag im Jahre und Bereitwilligkeit ein Amt zu übernehmen, sondern, sobald die Gesellschaft den Wunsch darnach äussere, auch „eine schriftliche Übersicht des innerhalb Jahresfrist im Bereiche derjenigen Wissenschaft, zu der sie sich bekennen, geleisten“. Freilich war dieses Reglementieren nicht nach jedermanns Geschmack. Schönbein, der selbst der vorberatenden Kommisson angehörte, und P. Merian waren beide der Ansicht „man müsse es dem guten Willen eines jeglichen überlassen an den Arbeiten mehr oder minder tätigen Anteil zu nehmen“. Und so wurde es dann auch gehalten. Insbesondere sind die schriftlichen Jahresübersichten über die Fortschritte der einzelnen Disziplinen ein frommer Wunsch geblieben.

Neben den „ordentlichen“ oder, wie sie im Protokoll gewöhnlich heissen, den „arbeitenden“ Mitgliedern wurden „freie“ vorgesehen, welche nur das aktive Wahlrecht ausübten und ausser zur Bezahlung des Jahresbeitrages zu nichts verpflichtet waren. Bei der Reichhaltigkeit des Pflichtenheftes der ordentlichen Mitglieder konnte es nicht fehlen, dass sich die Mehrheit sofort in diese Rubrik flüchtete. Die Unterscheidung von arbeitenden und freien Mitgliedern ist übrigens sehr lange, bis in die sechziger Jahre, gebräuchlich geblieben, obwohl sie von Anfang an rein theoretischen Wert hatte.

Eine weitere Neuerung war die Einführung von Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern:

„Um korrespondierendes Mitglied der Gesellschaft sein zu können sind notwendige Bedingungen: wissenschaftlicher Betrieb eines bestimmten Zweiges der Naturkunde und Einsendung wenigstens einer wissenschaftlichen Arbeit innerhalb zweier Jahre.“ Man fasste also den Begriff noch in seinem ursprüglichen Sinne, der damals noch nicht so verblasst war wie heute. Allein in den Protokollen der Folgezeit sucht man vergeblich nach solchen Korrespondenzen; höchstens einige Briefe und Berichte von Reisenden, die in den Sitzungen verlesen wurden, könnte man allenfalls dahin rechnen.

Zu Ehrenmitgliedern sollten „nur durch bedeutende wissenschaftliche Leistungen ausgezeichnete oder durch ansehnliche Geschenke um die öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen oder Bibliothek verdiente Männer“ ernannt werden können.

Chronologisch geordnete Verzeichnisse der Ehrenmitglieder und der korrespondierenden Mitglieder, welche die Gesellschaft von 1830 bis zu ihrem hundertjährigen Jubiläum ernannt hat, sind diesem



K. G. JUNG
1794—1864



Fr. MEISNER
1800—1874



L. IMHOFF
1801—1868



J. ROEPER
1801—1885

Rückblick als Beilage 3 angehängt. In der Erteilung der Ehrenmitgliedschaft ist die Gesellschaft sehr zurückhaltend gewesen; sie hat diese Auszeichnung bis jetzt bloss dreissigmal erteilt. Freigebiger war sie mit dem Titel eines korrespondierenden Mitgliedes, den sie hundertvierundsiebzigmal verliehen hat. Während wir in den letzten Jahrzehnten zwischen zwanzig und dreissig korrespondierende Mitglieder besessen haben, ist früher die Zahl derselben zeitweise viel bedeutender gewesen. Schönbein z. B. hielt sehr darauf, dass alle seine wissenschaftlichen Freunde seiner geliebten Basler Gesellschaft angehörten und nach jeder seiner vielen Reisen hatte er ein paar Freunde mehr.

Auf beiden Listen stehen viele erlauchte Namen. Mehr als über diesen im Grunde wohlfeilen Erfolg haben wir Anlass uns darüber zu freuen, dass unsere Gesellschaft einmal in der Anerkennung eines wissenschaftlichen Verdienstes von erstem Range allen andern wissenschaftlichen Korporationen vorangegangen ist; indem sie 1858, auf Schönbeins Antrag, den lange verkannten und von der Verkennung bedrückten Julius Robert Mayer zu ihrem korrespondierenden Mitgliede ernannte, liess sie demselben die erste Auszeichnung, die ihm zuteil wurde, zukommen.[38] Manchen guten Dienst hat sie durch solche Ernennungen auch unsern naturwissenschaftlichen Anstalten erwiesen, indem sie Gönner derselben aufmunterte in ihren freundlichen Gesinnungen zu beharren.

Auch die Mitgliederdiplome sind erst durch die Statuten von 1830 eingeführt worden. Ihre Form, die im Laufe der Zeit mehrfach abgeändert wurde, hat nie auf einer hohen Stufe gestanden.

Bezüglich der Sitzungen wurde verfügt: „Die Gesellschaft wird sich vom 1. Oktober bis zum 1. April alle 14 Tage, Mittwoch um 6 Uhr abends und während der übrigen Zeit wenigstens alle erste Mittwoche jedes Monats, zur gleichen Stunde, versammeln.“ In einem langen Paragraphen glaubte man den ganzen Gang einer Sitzung vorschreiben zu müssen.

Aus den Protokollen ergibt sich, dass nie so viele Sitzungen abgehalten wurden, als diese Vorschrift verlangt; insbesondre haben in den akademischen Ferien, aus naheliegenden Gründen, immer Unterbrechungen stattgefunden. Bis 1876 war an der Universität Basel das Sommersemester durch die Hundstagsferien (Mitte Juli bis Mitte August) in zwei Hälften geteilt; dementsprechend begegnen wir in den älteren Protokollbüchern meistens auch einer August- oder Septembersitzung. Seit der Einführung des einheitlichen Sommersemesters hat sich dann der heute noch bestehende Usus herausgebildet, im Winter monatlich zweimal, im Sommer in der Regel monatlich bloss einmal zusammenzukommen.

Der Mittwoch, der jetzt als Sitzungstag gesetzlich vorgeschrieben war, hatte sich längst als solcher eingebürgert. Die Gesellschaft hat ihn bis heute beibehalten. Auch an der Sitzungszeit, 6 Uhr abends, hat sie jahrzehntelang mit bemerkenswerter Zähigkeit festgehalten.

Ausser den gewöhnlichen Sitzungen sahen nun aber die Statuten von 1830 auch noch öffentliche vor und stellten darüber folgende umständliche und etwas jugendlich anmutende Bestimmungen auf:

„Die Gesellschaft vereinigt sich alle zwei Jahre einmal öffentlich, um dem Publikum von ihren Leistungen Rechenschaft abzulegen und demselben eine gedrängte Übersicht des im allgemeinen in den Naturwissenschaften geschehenen zu geben".

„Diese öffentliche Versammlung wird der Präsident eröffnen mit einem Bericht über die Leistungen, den Zustand der Gesellschaft, den Zustand der öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen und die Fortschritte der Naturwissenschaften im allgemeinen. Auf die Rede des Präsidenten werden folgen: gedrungene Berichte über den Zustand und Fortschritte der Chemie und Physik, Geognosie, Zoologie und Zootomie, Physiologie und physische Geographie, abgefasst und vorgetragen von den diese Wissenschaften in der Gesellschaft repräsentierenden Mitgliedern. Auch andre passende Vorträge aus dem Gebiete der Naturwissenschaften können nach dem Gutfinden der Gesellschaft bei dieser Gelegenheit gehalten werden. Hierauf hat der Sekretär die Aufzählung der Geschenke und ihrer Geber, sowie der durch die Gesellschaft angeschafften Gegenstände zu verlesen, und endlich beschliesst der Präsident die Sitzung mit einer Anrede an die Gesellschaft und das Publikum".

„Auch über die Fortschritte und den gegenwärtigen Zustand der Botanik, Astronomie, Pathologie und übrigen medizinischen Fächer, sowie der Pharmacie, Pharmacologie, Anthropologie u. s. f. sollen von Zeit zu Zeit, in einer genauer zu bestimmenden Reihenfolge, von den diese Fächer betreibenden Mitgliedern der Gesellschaft öffentlich Berichte abgelegt werden."

„Die der Gesellschaft, oder den durch sie zu fördernden Sammlungen gemachten Geschenke sollen, so viel es angeht, in in dem Lokal, in welchem die öffentlichen Sitzungen abgehalten werden, während derselben ausgestellt sein."

Während der nächstfolgenden Jahre hat diese Vorschrift unsere Vorläufer verfolgt wie ein böser Traum. So oft der Schluss des Bienniums heranrückt, wird hin und her beraten, wie man nun die Sache angreifen wolle und das Ende der Beratung ist immer wieder, dass man für diesmal verzichtet.

Und doch hatte das Postulat einen berechtigten Kern, welcher die Gesellschaft davon abhielt, es kurzweg über Bord zu werfen. Der Hauptfehler, den die Legislatoren begangen hatten, war offenbar der, dass sie allzuvieles und zu verschiedenes auf einmal zu erreichen suchten. Im Grunde waren es drei Bedürfnisse, denen diese öffentlichen Sitzungen dienen sollten. Einmal wünschte man von Zeit zu Zeit das Geleistete rückblickend zusammenzufassen. Sodann wollte man zur Verbreitung des Interesses an den Naturwissenschaften beitragen, indem man hin und wieder ein weiteres Publikum mit neueren Resultaten derselben bekannt machte. Und endlich hätte man gerne den Etappen des Gesellschaftslebens einen sollennen Abschluss gegeben.

Wie es öfters geht, haben im Laufe der Zeit alle diese an und für sich durchaus berechtigten Wünsche in anderer Form als der ursprünglich vorgesehenen ihre Erfüllung gefunden. —

Nachdem man über die Statuten einig geworden war, wurden die Wahlen vorgenommen. P. Merian schlug den ihm angebotenen Vorsitz aus Gesundheitsrücksichten aus. An seiner Stelle ernannte man Jung zum Präsidenten; das Vizepräsidium wurde Roeper übertragen, der dann im folgenden Biennium zum Präsidenten aufrückte; Sekretär blieb Imhoff.[39])

Der Betrieb vollzog sich in den folgenden Jahren, trotz den hereinbrechenden politischen Wirren, mit ziemlicher Regelmässigkeit. Allerdings schien nach dem berüchtigten Schiedsspruch von 1834 mit der Existenz der Universität auch diejenige der Naturforschenden Gesellschaft in Frage gestellt. Allein das Unglück stärkte die Willenskraft. Die Universität wurde auf etwas bescheidenerem Fusse reorganisiert und zu ihrer Unterstützung konstituierte sich die akademische Gesellschaft. Alsbald machte sich diese entschlossene Stimmung auch im Schosse unserer Gesellschaft geltend. In der Sitzung vom 13. August 1834 wies der neuantretende Präsident Peter Merian darauf hin, „dass es früher oder später passend und nützlich sein dürfte, von Zeit zu Zeit Auszüge aus den Verhandlungen der Gesellschaft zu publizieren oder wenigstens unserem nächsten Publikum mitzuteilen“ und im Laufe des folgenden Jahres wurde wirklich mit der Herausgabe eines Vereinsorgans begonnen. Von der Entwicklung desselben wird unten in einem besonderen Abschnitt die Rede sein; hier sei nur hervorgehoben, dass von da an zu den Rechten aller vier Kategorien von Mitgliedern, dasjenige auf den Bezug der Zeitschrift hinzukam.

Mit dieser Publikation war nun auch dem Bedürfnis nach Zusammenfassung des Geleisteten in vollkommenerer Weise entsprochen

als es durch den von den Statuten geforderten Vortrag des abtretenden Präsidenten hätte geschehen können.

Nicht lange nachher fand man auch den rationellen Weg, dem zweiten der Wünsche, welche 1830 zur Anordnung der öffentlichen Sitzungen geführt hatten, gerecht zu werden. Im Dezember 1839 wurde ein Antrag gestellt und gutgeheissen, die Gesellschaft möge alljährlich einige ihrer Mitglieder bestimmen unentgeltliche öffentliche Vorträge über geeignete naturhistorische Themata zu halten, was damals für Basel ein Novum war. Noch im selben Winter machten Peter Merian, Schönbein und Fr. Meisner mit Vorträgen über „die Erhebung der Gebirge“ über „Elektrizität und Galvanismus“ und über „Pflanzengeographie“ unter grossem Beifall des Publikums den Anfang und alsbald schloss sich auch die historische Gesellschaft der Unternehmung an. In den folgenden Jahren wurde dieselbe mit gleichem Erfolge fortgesetzt und bald konnte sie der Protektion durch die naturforschende und die historische Gesellschaft entraten. Aus diesem und andern Anfängen sind später die Bernoullianumsvorträge hervorgegangen, welche im geistigen Leben unserer Stadt eine so grosse Rolle spielen. Periodische Übersichten über die Fortschritte und den Zustand der einzelnen Disziplinen, wie sie die Statuten von 1830 verlangen, bieten diese Vorträge allerdings nicht, sondern sie behandeln irgend ein geeignetes Thema im Lichte der neuern Forschung. Aber dem Zweck, im Publikum wissenschaftliches Interesse zu wecken, wird auf diese Weise wohl besser gedient.

Der Besuch der Sitzungen war in jenen Jahren, der kleinen Mitgliederzahl entsprechend, kein starker; da den Protokollen eine Präsenzliste vorangestellt wurde — wie es übrigens bis 1889 üblich geblieben ist — sind wir über denselben genau informiert. Selten fanden sich über ein Dutzend Mitglieder ein, zuweilen erheblich weniger. Am 7. Januar 1838 z. B. macht der Präsident, P. Merian, verschiedene Mitteilungen vor einem Auditorium, welches aus dem Sekretär und noch einem weiteren Mitgliede besteht. Da der „Physiksaal“ des Falkensteiner Hofes bescheidene Dimensionen hatte, scheint er sich gleichwohl hin und wieder einmal als etwas eng erwiesen zu haben. Dies gab 1838 Anlass zu einem Beschluss, die Sitzungen probeweise in die Universität zu verlegen. Ob derselbe ausgeführt wurde, ist aus den Protokollen nicht zu ersehen. Jedenfalls ist man bald wieder an die gewohnte Stätte zurückgekehrt.

Am 12. bis 14. September 1838 tagte die schweizerische Naturforschende Gesellschaft zum zweiten Male in Basel.[40]) Es war ihre dreiundzwanzigste Jahresversammlung. Den Vorsitz führte

diesmal Peter Merian. Die Zahl der Gäste aus der Schweiz war nicht viel grösser als 1821; dagegen stellten sich ungewöhnlich viele ausländische Gelehrte ein, da unmittelbar vorher die französische geologische Gesellschaft sich in Pruntrut versammelt hatte und unmittelbar nachher die Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Freiburg i. B. abgehalten wurde. Leopold von Buch, C. F. Ph. von Martius, W. P. Schimper, W. Buckland, Omalius d'Halloy, Ph. G. Jolly, Ph. Ed. de Verneuil befanden sich unter den Teilnehmern. Auch die baslerische Beteiligung war jetzt bedeutend stärker als vor siebzehn Jahren.

Die Traktandenliste der Jahresversammlungen war inzwischen stark angeschwollen. Es amtete ein ständiges Generalsekretariat in Zürich. Es bestand eine Denkschriftenkommission. Die von der Gesellschaft angeregte Erstellung einer Schweizerkarte im Maasstabe 1:100000 war unter der energischen Leitung von Generalquartiermeister W. H. Dufour in Angriff genommen. Seit zwei Jahren hatte man sich genötigt gesehen, neben den allgemeinen Sitzungen Sektionssitzungen zu veranstalten, um alle die angemeldeten wissenschaftlichen Mitteilungen entgegenehmen zu können. Doch war diesen Sektionssitzungen noch nicht wie heute ein ganzer Tag eingeräumt. Sie wurden am zweiten und dritten Versammlungstage vor den allgemeinen Sitzungen von 8 bis 10½ Uhr abgehalten.

Der Präsident bot zur Eröffnung der Tagung einen Überblick über die Leistungen der Schweizer im Gebiete der Naturwissenschaften seit der Zeit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Die Gastgeber trugen wirksam zur Belebung der Verhandlungen bei. Auf dem Programm der allgemeinen Sitzungen standen Vorträge von Schönbein über die elektrische Polarisation fester und flüssiger Leiter, von P. Merian über die Bestimmung der Erdwärme durch Beobachtungen in dem Bohrloche der Saline Schweizerhall, von F. Fischer über die Menschenrassen. In der medizinischen Sektion berichtete Jung über eine von ihm vorgenommene Resektion des Oberkiefers, Dr. Streckeisen über die anatomische Nachweisung mancher Krankheitsformen des Darmkanals. In der geologischen Sektion fand eine sehr belebte Diskussion zwischen Agassiz, Charpentier, Leopold von Buch, B. Studer u. P. Merian über die Gletschertheorie statt, welche seit der denkwürdigen Neuenburgerversammlung von 1837 im Vordergrunde des Interesses stand.

Diesmal konnten die Gäste das naturwissenschaftliche Museum, das bei der ersten Versammlung noch Verheissung war, in Augenschein nehmen; unmittelbar nach den Wirren war es durch

Beifügung des Bernoullischen Kabinettes erweitert worden; die Regierung hatte zu diesem Zweck ein weiteres Stockwerk des Falkensteiner Hofes zur Verfügung gestellt. Auf der Universität war ferner inzwischen unter Jungs eifriger Fürsorge eine ansehnliche anatomische Sammluug entstanden.

Die Hauptsitzungen und die Mittagessen hatte man in das Mitte der zwanziger Jahre erbaute Stadtkasino verlegt. Am ersten Abend war Empfang bei Herrn J. J. Merian in seinem Garten vor dem Riehentor. Am zweiten Nachmittag wurden die Gäste in vierzig Zweispännern nach Schweizerhall geführt zur Besichtigung der Saline; nachher bewirtete der Präsident die Gäste im Sommerkasino. Das Schlussbankett spendete der Stadtrat. Die Regierung hatte ausser den üblichen 400 Fr., die in die Kasse der schweizerischen Gesellschaft flossen, noch 500 Fr. an die Bewirtung bewilligt, die für den Zweck beinahe ausreichten, sodass die Mitglieder nur wenig beizusteuern brauchten. Die Gäste waren wieder in Privatlogis einquartiert. Sie hatten in jenen Zeiten keine Beisteuer zu leisten.

Unsere Gesellschaft ging neu gestärkt aus dieser Kraftprobe hervor. Die Zahl ihrer Mitglieder belief sich damals auf 57 und erfuhr im folgenden Jahrzehnt eine erhebliche Steigerung. Die Kerntruppe freilich, auf welcher die Hauptarbeitslast ruhte, ist bis Ende der Fünfziger Jahre eine sehr kleine geblieben. In Roeper, der 1836 einem Ruf in seine Mecklenburgische Heimat, nach Rostock, gefolgt war, hatte sie eine Hauptstütze verloren; Jung wurde mehr und mehr durch seine ausgedehnte Praxis in Anspruch genommen. Nur wenige neue Kräfte schlossen sich an; 1837—1844 und wieder von 1850 an Friedrich Miescher-His, 1845—1850 Alexander Ecker, 1850—1855 Carl Bruch, 1846 Albrecht Müller.

Die drei erstgenannten haben nacheinander an der Universität Physiologie, in wechselnder Verbindung mit benachbartenFächern, doziert. Miescher,[41]) ein Schüler von Johannes Müller, hatte mit seinem Lehrer die Mannigfaltigkeit der Interessen gemein. Einzelne seiner Mitteilungen betreffen Gegenstände aus der pathologischen Anatomie, andere solche aus der Vergleichenden Anatomie der Fische und Mollusken, die meisten gehören dem Gebiete Helminthologie an. Auch zu Anfang seiner zweiten Basler Periode, während welcher er Professor der Pathologie war, hat er der Gesellschaft noch einige helminthologische Forschungsergebnisse

vorgelegt. Später zog ihn die Praxis von seinen naturwissenschaftlichen Bestrebungen ab. Eine Sarcosporidienform, die er 1843 in den Muskeln der Maus entdeckte, hat bis in die jüngste Zeit den provisorischen Namen der „Miescher'schen Schläuche" getragen. Ecker[42]) und Bruch[43]) behandelten in ihren Vorträgen vergleichend-anotomische Themata, der letztere auch physiologische.

Ausserordentlich fruchtbar und anhaltend ist die Tätigkeit Albrecht Müllers[44]) im Schosse unserer Gesellschaft gewesen. Durch ihn kam die Mineralogie zu Ehren, die bisher gar keine Rolle gespielt hatte. Auf geologischem Gebiet befasste er sich seit Mitte der fünfziger Jahre mit Untersuchungen im Basler Jura und wurde durch dieselben zu Anschauungen geführt, welche ihm in der Vorgeschichte der modernsten tectonischen Erkenntnis einen ehrenvollen Platz sichern. 1859 konnte er der Gesellschaft die geologisch kolorierte Kündig'sche Karte im Masstab 1 : 50,000 vorlegen, welche gegenüber der älteren Aufnahme von Peter Merian einen sehr beträchtlichen Fortschritt markierte. Von Ende der sechziger Jahre an lieferten ihm seine Studien in den Urner Alpen Stoff zu zahlreichen Vorträgen.

Neben Müller setzte P. Merian seine palaeontologischen und stratigraphischen Mitteilungen fort, die nun, besonders in den fünfziger Jahren, häufig auch das alpine Arbeitsgebiet seiner Freunde B. Studer und A. Escher betrafen. Von den vierziger Jahren an hat auch Christoph Burckhardt[45]), der Mitarbeiter Merians und Müllers am Museum, hin und wieder über palaeontologische Themata vorgetragen.

In der Botanik betätigten sich neben Meisner in den vierziger Jahren Kandidat Rudolf Preiswerk[46]) als Erforscher unserer Flechten-, Algen- und Pilzflora, anfangs der fünfziger Jahre Dr. Alfred Frey[47]), dessen Mitteilungen sich auf die industrielle Verwertung der Vegetabilien beziehen. Ueber physikalische Themata sprach neben Schönbein gelegentlich Christoph Staehelin, über astronomische J. Ballmer.

Unvermittelt und ganz vorübergehend erscheinen 1842—45 die Basler Pioniere des Alpinismus Rudolf Sulger und Georg Hoffmann[48]) unter den Vortragenden. Beide berichteten über Erstbesteigungen, die ihnen gelungen waren; jener über diejenige des Finsteraarhorns, dieser über die des Scherhorns und der Windgälle.

Um dieselbe Zeit verzeichnet das Protokoll zum ersten Male Reiseberichte von Basler Tropenreisenden. Dr. Emanuel Meyer schickt 1843 eine Beschreibung seiner Reise nach Java ein, Dr.

Philipp Meyer 1845 eine solche seines Vorstosses ins Innere derselben Insel. 1846 hält Dr. Emanuel Meyer einen Vortrag über seine naturhistorischen Beobachtungen in Texas.

Weitaus das meiste haben in diesen Jahren die beiden Hausherren des Falkensteinerhofes, Schönbein uud Peter Merian geleistet; die Vortragsverzeichnisse mancher Jahre schmelzen auf Rudimente zusammen, wenn man ihren Anteil daraus wegstreicht. Beide sind sechsmal, also im ganzen während zwölf Jahren, Präsident gewesen; während der acht Biennien von 1842 bis 1858 haben sie sich regelmässig im Präsidium abgelöst. Der Ueberlieferung nach hatten sie sich gegenseitig das Wort gegeben ohne Not keine Sitzung zu versäumen. Die Unverdrossenheit, mit der Schönbein insbesondere immer wieder um die Belebung der Sitzungen besorgt war, verdient die grösste Bewunderung. Zwischen den zahllosen Vorträgen über seine eigenen Forschungen verliest und kommentiert er Briefe seiner wissenschaftlichen Freunde oder er teilt mit, was er an dieser oder jener auswärtigen Versammlung Interessantes erfahren hat. Auch auf Gegenstände, welche fernab von der Chemie liegen, kommt er gelegentlich zu sprechen; so berichtet er einmal über einen palaeontologischen Fund seines Freundes Jäger in Stuttgart, ein anderes Mal über das Ende eines vom Museumsabwart gehaltenen Affen. Da ihm schien, die Oeffentlichkeit nehme von der Gesellschaft nicht gebührend Notiz, publizierte er 1858 eine Broschüre[49]) über die Geschichte und Leistungen derselben. Von Zeit zu Zeit bringt ihn freilich die Bequemlichkeit derjenigen, die immer nur zum nehmen und nie zum geben bereit sind, in den Harnisch. Das Protokoll vom 17. Januar 1844 berichtet z. B. folgende kleine Szene: „Prof. Schönbein macht den Vorschlag, der Sekretär möge in der nächsten Sitzung das Verzeichnis derjenigen ordentlichen Mitglieder geben, welche in den letzten Jahren ihren Verpflichtungen zur tätigen Teilnahme nicht nachgekommen wären. Der Präsident (P. Merian) wünscht auch mehr Eifer, glaubt aber, dass es wohl nur dem guten Willen der Mitglieder zu überlassen!“

Darüber, dass der Betrieb in einigen Punkten nicht den Vorschriften der Statuten entsprach, liess man sich keine grauen Haare wachsen: man ging stillschweigend darüber hinweg. 1850 sah sich die Gesellschaft indessen doch veranlasst, eine kleine Partialrevision vorzunehmen. Die Verordnung, dass der Vorstand nach Ablauf jedes Bienniums neu bestellt werden sollte, hatte sich, was den Vorsitz anbelangt, durchaus bewährt; war die Abwechslung auch tatsächlich geringer als sie hätte sein können, so übte sie doch einen belebenden Einfluss auf die Sitzungen aus. Dagegen



CH. FR. SCHÖNBEIN
1799—1868

musste man bald gewahr geworden sein, dass ein häufiger Wechsel im Amte des Sekretärs weniger zweckmässig ist. Wenn man in diesem Punkte solange keine Aenderung eintreten liess, so lag dies wohl nur daran, dass niemand bereit war, das Amt auf eine längere Reihe von Jahren zu versehen. Die Arbeitslast des Sekretärs war zu jener Zeit beträchtlich. Er hatte das Protokoll, das Mitgliederverzeichnis und die Kasse zu führen, die Zeitschrift zu redigieren, die Korrespondenz in Sachen des Tauschverkehrs und diejenige mit den Organen der schweizerischen Gesellschaft zu besorgen. Die letztere war umfangreicher als heute; da es noch keine Postmandate gab, gehörte es zu den Obliegenheiten der kantonalen Sekretäre, bei den in ihrem Rayon wohnhaften Mitgliedern der Muttergesellschaft die Jahresbeiträge sowie die Abonnemente auf die Denkschriften einzutreiben und an das Generalsekretariat weiterzuleiten, was mit allerhand Umständlichkeiten verbunden war. Diese lange Reihe von Besorgungen auf mehrere Biennien zu übernehmen bedeutete ein erhebliches Opfer an Zeit. Als nun aber der Sekretär des Bienniums 1848—50, Albrecht Müller, Geneigtheit zeigte, dasselbe zu bringen, änderte man den Statutenparagraphen ab und erklärte den Sekretär für wieder wählbar.

Die Protokolle sind in den vierziger Jahren zwar etwas ungleich, meistens aber sehr ausführlich gehalten; und noch bis gegen Ende des Jahrhunderts ist es üblich geblieben, den Inhalt der Vorträge wenigstens in ein paar Sätzen zu resumieren. Dank dieser Einlässlichkeit haben unsere Protokollbücher z. B. Prof. Kahlbaum bei seinen Studien über das Lebenswerk Schönbeins vortreffliche Dienste geleistet.

Mitte der vierziger Jahre begann man auch ein weiteres Publikum durch Zeitungsreferate über die Leistungen der Gesellschaft auf dem Laufenden zu halten. Der Anstoss dazu kam von aussen, von Seiten der Schweighauser'schen Buchhandlung, welche um Mitteilung von Referaten für das von ihr herausgegebene Intelligenzblatt bat; man beschloss der Bitte zu entsprechen, unter Vorbehalt des Einverständnisses des jeweiligen Vortragenden. Mit welchem Grade von Regelmässigkeit diese Art der Berichterstattung im Laufe der Jahrzehnte fortgesetzt worden ist, habe ich nicht untersucht.

Verhältnismässig wenig erfährt man aus unsern Akten über das gesellige Leben der Gesellschaft. Wann die seit Jahrzehnten üblichen „zweiten Akte“ nach den Sitzungen aufgekommen sind, habe ich z. B. nicht ermitteln können. Dass zu den Zeiten, da Peter Merian, Schönbein, Jung an der Spitze standen, der Verkehr ein ganz besonders freundschaftlicher war, wissen wir aus der

reichlich fliessenden mündlichen Ueberlieferung und einige Protokollstellen bestätigen es. So schliesst z. B. Peter Merian im Dezember 1840 einen Vortrag über die naturhistorischen Museen der rheinischen Städte mit den Worten: „Wenn auch diese Sammlungen sich grösserer Hilfsmittel zu erfreuen haben, wenn auch in jenen Vereinen mehr Naturforscher von europäischem Rufe sich finden als in unserem eigenen Kreise, so habe ich doch dafür nirgends dieses angenehme Verhältnis und dieses zwangslose Zu-



Carl Gustav Jung. Friedrich Fischer.

sammenkommen gefunden. Es ist zu wünschen, dass unsere Gesellschaft auf diese Art mit gleichem Eifer fortfahre.“ Und zwei Jahre später wünscht Schönbein, im Anschluss an einen Rückblick des abtretenden Präsidenten Miescher. „dass das freundschaftliche Verhältnis unter den Mitgliedern, ferne von aller Eifersüchtelei, sich forterhalten möge.“

Als ein Andenken an den Humor jenes Kreises sind die vier nebenstehenden Karikaturen reproduziert worden; sie stammen aus einem Schattenspiel, das Professor Alexander Ecker bei irgend

einer akademischen Festlichkeit in der zweiten Hälfte der Vierziger Jahre vorgeführt hat. Leider scheinen sich die dazu gehörigen Worte nicht erhalten zu haben.[50])

Die naturhistorischen Sammlungen des Museums waren seit Mitte der dreissiger Jahre in erfreulicher Weise angewachsen, nicht zum mindesten dank der Liberalität von Mitbürgern, die in überseeische Länder reisten, worunter mehrere Mitglieder unserer Gesellschaft. Die Räumlichkeiten des Falkensteiner Hofes erwiesen



Rudolf Merian. Chr. Fr. Schönbein.

sich infolgedessen mehr und mehr als unzulänglich. Da auch die Universitätsbibliothek mit ihren Annexen, der Gemäldegalerie und den antiquarischen Sammlungen, sich in der Mücke beengt fühlte, reifte der Plan heran, alle diese Schätze in einem grossen Neubau zu vereinigen. Ende 1841 bestellten die verschiedenen Interessentenkreise eine Kommission zur Betreibung dieser Angelegenheit; die Naturforschende Gesellschaft delegierte in dieselbe Ratsherr Peter Merian, Ratsherr Albrecht Burckhardt, Professor Schönbein und Stadtrat Bischoff Respinger. Im November 1849 konnte dank

dem Zusammenwirken von Behörden und Bürgerschaft der Berrische Monumentalbau auf dem Areal des oberen Kollegiums und der Augustinerkirche eingeweiht werden[51]). Die Naturforschende Gesellschaft siedelte selbstverständlich mit dem naturwissenschaftlichen Museum an die neue Heimstätte über. Schon am 13. Dezember 1848 hielt sie dort ihre erste Sitzung ab, im amphitheatralischen Saale unter der Aula. In der Folge benutzte sie den „kleinen chemischen Hörsaal", der sich weiter hinten im Erdgeschoss des Aulaflügels befand. Auf Schönbeins, diesmal vielleicht nicht ganz uneigennützigen, Antrag steuerte sie zur Ausstattung des neuen Sitzungslokals eine Lampe bei.

Bei der Museumseinweihung wurde der freiwillige Museumsverein gegründet, der seitdem alle damals an der Augustinergasse vereinigten Sammlungen und Anstalten in so verdienstlicher Weise unterstützt hat; von etwa 250 Gründern wurden 20,000 Fr. Kapital zusammengelegt und gegen 3300 Fr. Jahresbeiträge zugesichert. Hat unsere Gesellschaft bei dieser Stiftung auch nicht von Vereinswegen mitgewirkt, so waren doch viele ihrer Mitglieder an derselben beteiligt. Auch hier wieder standen Schönbein und Peter Merian an der Spitze.

Als am 25.—27. August 1856 die schweizerische Naturforschende Gesellschaft zum dritten Mal in Basel tagte,[52]) konnte sie die Eröffnungssitzung in der Aula des Museums abhalten. Die Zahl der Schweizer Gäste belief sich auf hundert; zu den ausländischen stellte die Nachbarstadt Freiburg i. Br. ein starkes Kontingent.

Den Vorsitz führte zum zweiten Male Peter Merian. Seine Eröffnungsrede behandelte die geologischen Verhältnisse des Rheintals bei Basel. Sehr belebt waren die Sitzungen der Sektionen, denen jetzt, wie heute noch, der zweite Versammlungstag eingeräumt war. In der physikalisch-chemischen Sektion berichtete Schönbein u. a. über seine in Verbindung mit W. His unternommenen Untersuchungen betreffend die Wirkung des ozonisierten Sauerstoffes auf das Haemotoglobulin; in der geologischen Sektion besprach Rütimeyer die Gresslyosaurusreste von Nieder-Schöntal. Im ganzen hatten mehr die Gäste das Wort und in den allgemeinen Sitzungen war die Wissenschaft etwas zurückgedrängt durch die Fülle der Geschäfte. Unter den an dieser Versammlung gefassten Beschlüssen ist derjenige, welcher auf Erhaltung eines der erratischen Blöcke im Steinhof abzielte, als eine frühe Regung des Naturschutzes, besonders denkwürdig.

Am Abend des ersten Tages bewirtete der Präsident die Gesellschaft im Sommerkasino; die Liedertafel in Verbindung mit

den Studenten veranstaltete zu Ehren der Versammlung einen Fackelzug mit Ständchen. Oswald Heer, Fritz Burckhardt, Wilhelm Wackernagel trugen Gedichte vor. Das Schlussbankett fand auf der Frohburg statt, wo auch die zweite allgemeine Sitzung abgehalten wurde. Regierung und Stadtrat hatten je 1000 Fr. an die Kosten gespendet.

„Die Fortschritte unserer wissenschaftlichen Anstalten seit den beiden ersten Versammlungen von 1838 und 1821 waren augenfällig“ bemerkte P. Merian in seinem Rückblick auf die ersten fünfzig Jahre der Gesellschaft. Ausser dem neuen Museum war inzwischen auch der neue, nach den Angaben von Meisner angelegte Botanische Garten vor dem Aeschentor bezogen worden.

Die Basler Gesellschaft zählte damals etwa hundert Mitglieder und gab seit zwei Jahren ihre Zeitschrift in erweiterter Form unter dem Titel „Verhandlungen“ heraus.

Als 1860 die Universität ihre vierte Säcularfeier beging, wurde ihr als Festgabe ein Heft (II, 7) dieser neuen Serie des Vereinsorgans überreicht; eine von Schönbein verfasste Widmungsadresse, welche demselben vorgedruckt ist, hebt die „innige Wechselwirkung“ hervor, „welche nun seit vierzig und etlichen Jahren zwischen den beiden Genossenschaften bestehe“. Ein bleibendes und auch für unsere Gesellschaft bedeutungsvolles Denkmal dieser Feier war der „Sternwartefonds“, mit dessen Hilfe dann anderthalb Jahrzehnte später das Bernoullianum errichtet worden ist.

Von Mitte der fünfziger Jahre an erweiterte sich der Kreis der intensiv Mitwirkenden. Rasch nacheinander erscheinen die Namen von Fritz Burckhardt (1853), Wiedemann (1854), Wilhelm His (1854), Rütimeyer (1855), Hermann Christ (1857), Goppelsroeder (1859), Kinkelin (1860) in den Protokollen, sodass zu Beginn der sechziger Jahre die Gesellschaft ein ziemlich verändertes Bild bietet. Ohne in ihrer wissenschaftlichen Mitarbeit zu erlahmen, zogen sich Peter Merian und Schönbein nunmehr von der Leitung der Geschäfte zurück. Der ununterbrochene Fortgang des Betriebes stellte fortan keine so ausserordentlichen Anforderungen an die Hingabe einzelner mehr wie früher. Immerhin haben auch einige Vertreter der damals nachrückenden Generation noch eine gewaltige Arbeit auf sich genommen. Rütimeyer ist viermal Präsident gewesen und hat der Gesellschaft während der vierzig Jahre seiner Mitgliedschaft gegen siebzig Vorträge gehalten. Albrecht Müller hat das Sekretariat während nicht weniger als zweiunddreissig

Jahren mit musterhafter Treue besorgt. Auch Fritz Burckhardt und Eduard Hagenbach sind zweimal zum Vorsitz berufen worden und haben als „arbeitende Mitglieder" bis ins Greisenalter getreulich zur Fahne gehalten.

Rütimeyers[53]) Tätigkeit gehört zu den ruhmvollsten Erinnerungen unserer Gesellschaft. Nachdem er sich in seiner ersten Basler Zeit mit allerlei kleineren palaeontologischen Untersuchungen abgegeben hatte, nahm er um die Wende der fünfziger zu den sechziger Jahren in rascher Folge diejenigen Gegenstände in Angriff, welche dann seinen Forschungen auf Jahrzehnte hinaus die Richtung gaben: die Fauna der Pfahlbauten, die fossilen Equiden von Pikermi und Coupet, die Säugetierreste der Bohnerzformation, die fossilen Schildkröten von Solothurn. Die Untersuchung der Pfahlbautenfauna, die seinen Namen zuerst in weiten Kreisen bekannt gemacht hat, wurde der Ausgangspunkt seiner zahlreichen Arbeiten über die natürliche Geschichte der Wiederkäuer und über die Herkunft der Haustierrassen. Aus der Beschäftigung mit den fossilen Equiden und mit der Bohnerzfauna erwuchs sein „Versuch einer vergleichenden Odontographie der Huftiere", mit dem er sich an die Spitze der phylogenetischen Richtung in der Säugetierpalaeontologie gestellt hat. Die Studien über die Solothurner Schildkröten boten ihm Gelegenheit, die an den Säugetieren erprobten Methoden auf ein Kapitel der Reptilienpalaeontologie anzuwenden. Bahnbrechend waren auch seine Darlegungen über Tal- und Seebildung, mit denen er Mitte der siebziger Jahre hervortrat. Um dieselbe Zeit beschäftigten ihn anhaltend die pleistocaenen Säugetierfaunen von Thaingen und Veyrier. Er hat auch zahlreiche Vorträge gehalten, die in keiner näheren Beziehung zu seinen Publikationen standen, die meisten aus Anlass irgend welcher bemerkenswerten Neuerwerbungen des Museums.

Wilhelm His[54]) hat in den ersten Jahren seiner Mitwirkung der Gesellschaft verschiedene Untersuchungen über die Anatomie der Drüsen, des Auges und des Gehirns, zwischenhinein auch einmal eine physiologische über die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven vorgelegt. Seine späteren Mitteilungen betreffen die erste Anlage des Wirbeltierkörpers. Unmittelbar vor seinem Wegzug nach Leipzig hat er in mehreren Vorträgen die verschiedenen Theorien der Generation besprochen. In Verbindung mit Rütimeyer unternahm er Ende der sechziger Jahre die, in den „Crania helvetica" niedergelegten, Studien über schweizerische Schädelformen, welche beiden Forschern wiederholt Stoff zu Vorträgen in unserer Mitte boten. Auch nachdem er Basel verlassen hatte, ist His der Gesellschaft in unverbrüchlicher

Treue zugetan geblieben und wenn ihm der Zufall während seiner Besuche in der Vaterstadt die Gelegenheit bot, wieder einmal einer Sitzung beizuwohnen, hat er sie nie versäumt.

Ein eifriges Mitglied war während seiner kurzen Basler Jahre (1859—1863) auch Christoph Aeby[55]), der sich damals vorwiegend mit physiologischen Fragen abgab. Durch His und Rütimeyer angeregt, interessierte auch er sich für die zu jener Zeit im Aufschwung begriffene Anthropologie und ersann eine sinnreiche Methode der Schädelmessung.

Fritz Burckhardt[56]) hat der Gesellschaft schon 1852 als Student von Berlin aus einen Aufsatz über Daltonismus eingesandt und damit das Gebiet der physiologischen Optik betreten, das er dann während drei Jahrzehnten in zahlreichen Vorträgen weiter pflegte. In den fünfziger und sechziger Jahren beschäftigte er sich auch als Botaniker mit Untersuchungen über das Keimen der Pflanzen und über die Gesetze der Blattstellung. Später führten ihn seine Studien über die Erfindung des Thermometers zur Geschichte der Wissenschaft, welche die Spezialität seines Alters wurde. Durch eine Menge grösserer und kleinerer Mitteilungen hat er die Erinnerung an die Verdienste der Basler Naturforscher früherer Zeiten neu belebt.

Hermann Christ eröffnete 1857 mit einem Ueberblick über die Pflanzengeographie des Wallis eine lange, sich durch die sechziger und siebziger Jahre hindurchziehende Serie von Vorträgen über die Vegetationsverhältnisse unseres Landes, in der man das „Pflanzenleben der Schweiz" allmählig heranreifen sieht. Dass dabei die Coniferen und besonders die Rosen einlässlich berücksichtigt wurden, versteht sich von selbst. Dazwischen reihen sich weiterausgreifende Themata: über Pflanzengeographie im allgemeinen, über die Entwicklung derselben seit Linné, über die Vegetationsverhältnisse des malayischen Archipels; und Ende der achziger Jahre folgen die Früchte der „Frühlingsfahrt nach den canarischen Inseln". Am 21. Mai 1913 haben wir die Freude gehabt, unsern verehrten gegenwärtigen Senior, nach langer Unterbrechung, noch einmal mit jugendlicher Frische in unserer Mitte vortragen zu hören, diesmal über die Verbreitung des Buchsbaumes; sechsundfünfzig Jahre, nachdem er der Gesellschaft seine ersten Mitteilungen gemacht hatte — gewiss ein Jubiläum von seltenster Art!

Die grosse wissenschaftlich produktive und schriftstellerische Kraft Gustav Wiedemanns[57]) kam schon in seiner Basler Zeit zu voller Geltung. Einige seiner Vorträge vor der Gesellschaft bezogen sich auf den von ihm ermittelten Zusammenhang zwischen

Magnetismus, Biegung und Torsion und den gleichfalls von ihm festgestellten Parallelismus der Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität, zwei Entdeckungen von grosser Bedeutung; in andern berichtete er über seine Versuche mit Thermoelementen zum ersten Male die Temperatur im elektrischen Funken zu ermitteln und über seine mit dem gleichen Hilfsmittel durchgeführten Messungen der Wärmeleitfähigkeit in Metallen. Seine Schüler wissen von ihm zu berichten, dass er bis in sein hohes Alter mit grosser Freude und Anhänglichkeit von seiner Basler Lehr- und Lernzeit an der Universität und in unserer Gesellschaft gesprochen hat. (A. H.)

Ende der fünfziger Jahre begegnen wir vorübergehend auch dem später durch seine Kometentheorie berühmt gewordenen K. F. Zöllner[58]), welcher damals in Basel studierte, unter den arbeitenden Mitgliedern. Seine Vorträge beziehen sich auf photometrische Untersuchungen.

Eduard Hagenbach[59]), der 1863 nach Wiedemanns Wegzug die Professur der Physik übernahm, hat dank einer unvergleichlichen Auffassungsgabe, mitten in einer überaus regen und zeitraubenden Tätigkeit auf politischem und gemeinnützigem Gebiet mit seiner Wissenschaft jahrzehntelang Schritt zu halten vermocht und insbesondere auch die rapide Entwicklung der Technik des aufmerksamsten verfolgt. Diese Elastizität seiner geistigen Veranlagung kam auch unserer Gesellschaft zu gut, der er immer wieder über die neuesten Fortschritte seines Faches berichtete. Die eigenen Forschungen, welche er derselben vorlegte, betreffen sehr verschiedene Gebiete der Physik. In den sechziger Jahren beschäftigten ihn die Zähigkeit der Flüssigkeiten, die Bestimmung der Kohlensäure in der Luft, die Polarisation des Lichts in der Athmosphäre; lange Zeit setzte er seine Untersuchungen über Fluorescenz fort; aus den achtziger Jahren stammen seine wichtigen Arbeiten über das Gletscherkorn und über die Fortpflanzung der Elektrizität im Telegraphendraht, aus den neunziger Jahren diejenigen über die Natur der Hertz'schen elektrischen Schwingungen. Auch das lebhafte Interesse, welches er jederzeit den Bestrebungen anderer entgegenbrachte, hat manche Früchte getragen. Auf eine Anregung von seiner Seite hin hat z. B. J. Balmer die Berechnungen angestellt, welche ihn auf seine berühmt gewordene Formel für die Spectrallinien des Wasserstoffes führten (1883).

Hermann Kinkelin[60]), der hauptsächlich in den sechziger Jahren mitwirkte, ist der erste gewesen, der es wagte, rein mathematische Gegenstände vor der Gesellschaft zu entwickeln; er hatte eine ganz besondere, von seinen Schülern hochgeschätzte Gabe, die schwierigsten mathematischen Probleme verständlich zu machen



FR. MIESCHER-HIS
1811—1887



G. WIEDEMANN
1826—1899



L. RÜTIMEYER
1825—1895

und wusste auch mit grossem Geschick Themata, die ein weiteres Publikum anzusprechen vermögen, aus seinem Spezialgebiete herauszugreifen. So behandelt einer seiner Vorträge die Berechnung des christlichen Osterfestes, ein anderer ein auf der hiesigen Bibliothek befindliches mathematisches Manuskript des zehnten Jahrhunderts. Weitere seiner Mitteilungen betreffen verschiedene Probleme der Geometrie. (A. H.)

Von den Schülern Schönbeins begegnen uns K. Bulacher, K. Grüninger und Friedrich Goppelsroeder unter den tätigen Mitgliedern der Gesellschaft. Weitaus am eifrigsten und erfolgreichsten hat der letztere mitgewirkt. Die Arbeiten, welche er in den sechziger und beginnenden siebziger Jahren vortrug, stehen in Zusammenhang mit seiner damaligen Wirksamkeit als öffentlicher Chemiker und erörtern vielerlei analytische Probleme; sie bringen unter andern Neuheiten auch die originelle Reaktion auf Aluminiumsalze mit Morin. Hochbedeutend sind die umfangreichen Untersuchungen über Capillaranalyse, über deren weitgreifende Resultate Goppelsroeder in seinen späteren Jahren, als er nach langer Abwesenheit wieder in die Vaterstadt zurückgekehrt war, mehrfach berichtet hat. Diese Vorträge bieten zahlreiche Anregungen in allen Gebieten der Chemie und die damit angeschnittenen Probleme sind noch bei weitem nicht erschöpft. (F. F.)

In das Jahr 1863 fällt die Gründung des schweizerischen Alpenklubs und seiner Sektion Basel, an der Rütimeyer und verschiedene andere Mitglieder unserer Gesellschaft beteiligt waren.[61]) Wir sind seitdem mit der Sektion Basel in naher Fühlung geblieben und haben fast alljährlich das Vergnügen, uns mit ihr zur Anhörung irgend eines nach beiden Seiten Interesse bietenden Vortrages zusammenzufinden.

1867 konnte die Gesellschaft ihr fünfzigjähriges Jubiläum[62]) begehen. Man verschob die Festlichkeit vom Gründungstag, dem 8. Januar, in die wärmere Jahreszeit, auf den 4. Mai. Der offizielle Festakt fand vormittags $10^1/_2$ Uhr in der Aula des Museums statt. Als Ehrengäste hatten sich eingefunden der Amtsbürgermeister, der Stadtratspräsident, Rektor und Prorektor der Universität, die Präsidenten verschiedener hiesiger Schwestervereine, sowie zwölf befreundete Naturforscher aus der Schweiz und aus dem Auslande. Der Präsident, Fritz Burckhardt, widmete seine Festrede, die nachher als besondere Broschüre im Druck erschien, den physikalischen Arbeiten der Societas physica. Dann folgten die Gratulationen. Prof. Andreas Heusler, als Rector magnificus, überreichte im Namen der Universität eine lateinisch abgefasste Adresse, Prof. Wilhelm Vischer im Namen der antiquarischen und

Dr. Zimmermann im Namen der historischen Gesellschaft der Jubilarin gewidmete Abhandlungen von Dr. J. J. Bernoulli „Über Minervenstatuen“ und von Prof. J. A. Maehly über „Die Schlange im Mythus und Kultus der klassischen Völker“.[63]) Auch die naturforschende Gesellschaft selbst hatte eine Festschrift herausgegeben; sie enthielt einen Rückblick auf die ersten fünfzig Jahre ihrer Tätigkeit von Peter Merian, der diese Entwicklung fast von Anfang an miterlebt hatte; eine Betrachtung von Rütimeyer über die Aufgabe der Naturgeschichte und eine Abhandlung von Albrecht Müller, dem Grossneffen Daniel Hubers, über das Grundwasser und die Bodenverhältnisse der Stadt Basel. Diejenigen auswärtigen Gäste, welche der Gesellschaft nicht schon vorher angehörten, wurden zu korrespondierenden Mitgliedern ernannt.

Das Festessen, das um 1 Uhr begann, wurde „im Gesellschaftshause jenseits“ abgehalten. „Es herrschte“, laut Protokoll, „eine heitere, belebte Stimmung; ein Toast folgte dem andern. Abends gegen 7 Uhr versammelte sich die Gesellschaft bei schönstem Wetter auf dem Äschenplatz, wo auf Veranlassung der Wasserversorgungsanstalt die grosse Fontaine in voller Höhe sprang und auch Hydranten in Bewegung gesetzt wurden. Nach 8 Uhr sammelte sich wieder eine grosse Zahl Festteilnehmer im Gesellschaftshause, wo noch einige heitere Stunden zugebracht wurden“.

Die Gesellschaft hatte damals 120 ordentliche Mitglieder, 8 Ehrenmitglieder und 79 korrespondierende Mitglieder und zählte zu den blühendsten unter den Kantonalgesellschaften. Sie hatte 10 Hefte „Berichte„ und 4 Bände „Verhandlungen“ publiziert und sehr namhaftes zur Vermehrung der öffentlichen Bibliothek beigetragen. Von ihren Gründern lebte noch ein einziger, A. Isaak Iselin.

Im gleichen Jahre hielt die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ihre 51. Jahresversammlung im benachbarten Rheinfelden ab. Mit den Leitern dieser Versammlung, denen einige Mitglieder unserer Gesellschaft beratend an die Hand gegangen waren, entspann sich ein sehr freundschaftlicher Verkehr. Am 24. Juni des folgenden Jahres wurden sie zu einer Sitzung eingeladen, in welcher Schönbein seine neuesten Experimente mit Blausäure vorführte. Nachher fand ein belebtes Abendessen im Gesellschaftshause statt. Dieses kleine Fest ist den damaligen Mitgliedern darum eindrücklich geblieben, weil es der letzte Anlass war bei welchem sie Schönbein in ihrer Mitte hatten.

Der unvermutet am 29. August in Baden-Baden erfolgte Hinschied ihres hochverdienten Mitgliedes traf die Gesellschaft schwer. Die erste Wintersitzung, welche des ungewöhnlichen Zudrangs, auch

von Gästen aus der Bürgerschaft, wegen im amphitheatralischen Saale abgehalten wurde, war seinem Andenken gewidmet. Peter Merian entwarf aus vierzigjähriger Erinnerung ein Bild des verstorbenen Freundes und erzählte der jüngern Generation besonders einlässlich von den zufälligen Umständen, welche denselben einst nach Basel geführt hatten. Eduard Hagenbach, ein Schüler Schönbeins, beleuchtete dessen wissenschaftliche Leistungen.

Auch sonst lichtete sich um diese Zeit die Reihe der alten. Im gleichen Jahre 1868 starben Dr. Imhoff und Dr. Streckeisen; anfangs der siebziger Jahre Rudolf Merian und Friedrich Meisner, der sich 1867 ins Privatleben zurückgezogen hatte; Jung war schon 1864 geschieden. Als einziger aus dem Kreise, dem sie ihren Aufschwung in den dreissiger Jahren verdankte, blieb Peter Merian der Gesellschaft noch ein weiteres Jahrzehnt erhalten. Am 19. Juni 1862 feierte sie in solenner Weise seine fünfzigjährige Mitgliedschaft. Bernhard Studer, Arnold Escher, Heer, Mousson, Bolley, Wolff, Ziegler, Pictet, Soret, Coulon, Desor, Ecker von Freiburg, Schimper von Strassburg, Fraas von Stuttgart und eine Reihe anderer auswärtiger Freunde und Verehrer leisteten der an sie ergangenen Einladung, der Feier beizuwohnen, Folge. Man versammelte sich abends 6 Uhr in der Aula. Eduard Hagenbach, als Präsident, hielt eine Ansprache an den Jubilaren und überreichte ihm als Widmung der Gesellschaft ein Heft der Verhandlungen (V, 2). Wilhelm His, als Rector magnificus, überbrachte als Ehrengabe der Universität das von Rütimeyer verfasste Rektoratsprogramm „Über Tal- und Seebildung“. Auch verschiedene Gäste überreichten im Namen der Gesellschaften, die sie vertraten, Diplome und Adressen. Andere Vereine und Gelehrte hatten schriftliche Gratulationen eingesandt. Die Festrede hielt Albrecht Müller, welcher einen Überblick über Merians Verdienste um die Geologie bot. Während des durch zahlreiche Toaste in gebundener und ungebundener Rede gewürzten Bankettes im Gesellschaftshaus brachten die Studenten dem Gefeierten einen Fackelzug.

In die enstandenen Lücken traten neue Mitarbeiter.

Im botanischen Institut hielt mit Simon Schwendener 1867 die anatomisch-physiologische Richtung ihren Einzug. Unser berühmter Landsmann, der als Ehrenmitglied auch heute noch der Gesellschaft angehört, war zu der Zeit seiner hiesigen Wirksamkeit mit den Problemen des Saftsteigens und der Druck- und Zugfestigkeit des Pflanzengewebes beschäftigt. Auch die sensationelle

Entdeckung, dass die Flechten Algen sind, welche in Symbiose mit einem Pilze leben, machte er in seinen Basler Jahren. Er hat sie der Gesellschaft in der Sitzung vom 4. Januar 1871 mitgeteilt.

Schönbeins Nachfolger, Jules Piccard (1870), war in den siebziger Jahren sehr vielseitig tätig; es lassen sich mindestens vier Arbeitslinien verfolgen. Die erste behandelte Probleme der Benzolchemie und brachte u. a. eine neue Anthrachinonsynthese. Die zweite knüpfte an die Untersuchung der Pappelknospen an und führte zur Entdeckung des Pappelöls und der gelben Farbstoffe Chrysin und Tetrachrysin, deren Bau erst später, nach Vervollkommnung der Forschungsmethoden und nach Aufklärung der Struktur ähnlicher Körper, durch St. v. Kostanecki auf Grund der sehr zuverlässigen Piccard'schen Beobachtungen bis ins einzelne erkannt wurde. Eine dritte Serie ging vom Cantharidin, dem wirksamen Stoff der „spanischen Fliegen“ aus; der Verlauf dieser Forschungen warf Schlaglichter auf die damals viel erörterten Konstitutionsfragen der Benzolabkömmlinge, speziell der Orthoderivate. Eine vierte Reihe von Vorträgen bezieht sich auf physikalisch-chemische und physikalische Fragen, bringt eine wichtige Verbesserung zum V. Meyer'schen Dampfdichte-Apparat und gipfelt in den meisterhaften „Physikalisch-malerischen Studien am Wasser“, zu denen der leichtbewegte Spiegel des lemanischen See's die Anregung geboten hatte. (F. F.)

Auf dem Gebiete der Geologie betätigte sich von 1868 an Victor Gilliéron[64]). Meistens bildeten die sorgfältigen Aufnahmen, welche er Sommer für Sommer im Auftrage der geologischen Kommission im Freiburgischen durchführte, den Gegenstand seiner Mitteilungen, doch beteiligte er sich mit Untersuchungen über den Süsswasserkalk von Moutier und über die Gletscherspuren im Wiesental auch an der Erforschung unserer Umgebung. In seinem letzten Vortrage (5. Nov. 1889) erörterte er die Aussichten, im Kanton Baselstadt Steinsalz zu finden.

Auch Jean Baptiste Greppin[65]), der verdiente Erforscher der Geologie des Berner Jura's, hat nach seiner Uebersiedlung nach Basel (1867) einige Male in unserer Gesellschaft vorgetragen.

Die faunistischen Bestrebungen L. Imhoffs wurden in den siebziger Jahren in seinem Spezialfache, der Entomologie, fortgesetzt von A. Bischoff-Ehinger[66]), Walter Schmied und Hermann Christ, im Gebiete der niedern Wirbeltiere von F. Leuthner.

1871 begann die rege Mitarbeit von Fritz Miescher-Rüsch[67]). Die erste Mitteilung, welche er der Gesellschaft machte, betraf

seine wichtigen Untersuchungen über die Spermatazoen einiger Wirbeltiere, die zum Ausgangspunkt seiner langjährigen Beschäftigung mit der Biologie des Rheinlachses wurden. Viele seiner späteren Vorträge waren diesem Arbeitsgebiete entnommen; andre handelten von der mikroskopischen Struktur der Milz, der Regulierung der Atmung usf. In seinen letzten Jahren berichtete Miescher wiederholt über den Einfluss des Höhenklimas auf das Blut, nach Untersuchungen welche er in Verbindung mit einigen Schülern durchführte.

Die Mediziner hatten seit 1860 ihr eigenes Zentrum in der medizinischen Gesellschaft. Aber unsere Gesellschaft fuhr fort eine gewisse Anziehungskraft auf sie auszuüben. In den sechziger und siebziger Jahren treffen wir C. Liebermeister, J. J. Bischoff, H. Schiess gelegentlich unter den Vortragenden.

Am 21.—23. August 1876 beherbergte Basel zum vierten Male die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft[68]). Der achtzigjährige Peter Merian lehnte es ab, den Vorsitz ein drittes Mal zu führen, nahm aber an der Versammlung teil. An seine Stelle trat Ludwig Rütimeyer, welcher die Verhandlungen mit einer fesselnden und gedankenreichen Betrachtung über die Art des Fortschrittes in den organischen Geschöpfen eröffnete. Als Lokal für die allgemeinen Sitzungen wurde diesmal die Martinskirche benützt. Es waren 120 Gäste aus der Schweiz anwesend, von auswärts hatten sich Ch. Martins von Montpellier, Fr. Sandberger und C. Th. E. von Siebold von Würzburg, W. Ph. Schimper von Strassburg, Oskar Fraas von Stuttgart und andere eingestellt.

In den Hauptsitzungen sprachen u. a. Fr. Sandberger über die geologische Gliederung des Schwarzwaldes und A. Favre über die von ihm entworfene Gletscherkarte der Schweiz. Die Sektionen, deren es damals noch vier waren, hatten ein äusserst besetztes Programm. In der geologischen legte Fr. Mühlberg seine ersten Studien über den Bau des Aargauer Jura's zwischen dem untern Hauenstein und Schinznach vor. Ueber die Frage, ob am Südfusse der Alpen die Gletscher in das pliocaene Meer getaucht seien, entspann sich eine lebhafte Debatte zwischen Ch. Martins, A. Favre, Ch. Mayer, Renevier und Rütimeyer. Ein andres Thema, das zur Diskussion stand, waren die vielumstrittenen „Wetzikonstäbe". In der zoologisch-botanischen Sektion plädierte W. His für statistische Erhebungen über die Farbe der Haare und der Augen bei den schweizerischen Schulkindern.

Gegen 1856 waren wieder wesentliche Fortschritte im Ausbau unserer naturwissenschaftlichen Anstalten zu konstatieren. Die physikalisch-chemische Sektion konnte ihre Sitzung in dem seit

zwei Jahren bezogenen Bernoullianum abhalten. Die vergleichend-anatomische Sammlung auf der Universität hatte sich unter Rütimeyers umsichtiger Leitung gewaltig ausgedehnt. Am Nachmittag des ersten Versammlungstages ergingen sich die Gäste in dem seit 1874 bestehenden zoologischen Garten.

Am zweiten Abend wurde die Versammlung in Privatequipagen nach Klein-Riehen geführt, wo ihr Nationalrat J. R. Geigy im Garten seiner Villa einen splendiden Empfang bereitete. Das Abschiedsessen fand auf dem Bienenberg statt.

Diese Tagung fiel in die Amtsdauer des ersten Basler Zentralkomitees, dem Eduard Hagenbach als Präsident, P. Merian als Vorsitzender der Denkschriften-Kommission, L. Rütimeyer und F. Burckhardt angehörten. —

Fünfzig Jahre nach dem Inkrafttreten unserer zweiten Statuten kam endlich auch der dritte Wunsch, welcher den Urhebern derselben bei der Anordnung jener seltsam komplizierten öffentlichen Sitzungen vorgeschwebt hatte (s. p. 27), zu seinem Rechte, und zwar auf eine sehr einfache Weise. Seit 1880 gibt die Gesellschaft ihrem Vereinsjahr dadurch einen solennen Abschluss, dass sie die letzte Sitzung des Sommersemesters öffentlich abhält. Irgend ein für weitere Kreise ansprechender Vortrag wird für diese Schlussitzung reserviert. Nach derselben findet ein einfaches Nachtessen statt, bei dem auch Gäste willkommen sind.

In den Jahren 1882 und 1883 traten Feierlichkeiten mitten im Wintersemester an Stelle dieser Schlussitzungen. Es handelte sich darum, der hundertsten Wiederkehr der Todestage von Daniel Bernoulli (18. März 1782) und von Leonhard Euler (17. November 1783) in einer Basels würdigen Weise zu gedenken. Beide Male übernahm Fritz Burckhardt die Aufgabe, ein Lebensbild des Gefeierten zu entwerfen. Ueber die wissenschaftlichen Verdienste Daniel Bernoulli's sprach dessen Amtsnachfolger Prof. Eduard Hagenbach. In die Schilderung des gewaltigen Lebenswerkes von Leonhard Euler teilten sich Eduard Hagenbach und Hermann Kinkelin. Die fünf Vorträge wurden nachher als Beilage zum siebenten Bande der Verhandlungen gedruckt.

Ende 1882 erwuchsen der Gesellschaft, nach langen Jahren der Ungestörtheit, Lokalsorgen. Nach der Uebersiedlung der Anstalt für Physik und Chemie ins Bernoullianum (1874) hatte sie fortgefahren, ihre Sitzungen im altgewohnten Auditorium des Museums abzuhalten. Nun wurde dieses aber von dem ausdehnungsbedürftigen Antiquarischen Kabinett beansprucht und die Gesellschaft musste wieder wandern. Sie fand Unterkunft in ihrer ältern Heimat, dem Falkensteinerhof, wo sich inzwischen die Gewerbeschule, nachmals

obere Realschule, eingerichtet hatte und benützte dort den als freistehendes Gebäude im Hofe errichteten Physiksaal. Kostete es einige Ueberwindung, das alte Lokal, an das sich so viele Erinnerungen knüpften, zu verlassen, so bot doch das neue den Vorteil grösserer Geräumigkeit.

Am 8. Februar 1883 starb Peter Merian. Durch zunehmende Schwerhörigkeit war er schon seit Jahren von den Sitzungen ferngehalten worden, aber mit kleinen Einsendungen hatte er sich immer noch an den Verhandlungen beteiligt. Die letzte dieser Notizen, vom Jahre 1882, betrifft eine alte Latinisierung des Namens Schönbein, die er auf der Bibliothek entdeckt hatte und beweist, dass dem Hochbetagten der Humor nicht abhanden gekommen war. 1875, an seinem achtzigsten Geburtstage, hatte ihm die Gesellschaft noch einmal ein Heft ihrer Verhandlungen (VI, 2) gewidmet. Er hat derselben 63 Jahre lang angehört.[69])

Im nämlichen Jahre schied der greise Geograph Jakob Melchior Ziegler, der seit seiner Uebersiedlung nach Basel, 1878, ein eifriges Mitglied der Gesellschaft geworden war und sich dieselbe durch die Schenkung seiner hervorragenden Kartensammlung dauernd verpflichtet hat. Trotz seinem hohen Alter hatte er Jahr für Jahr einen Vortrag über irgend einen Gegenstand seines Spezialgebietes angekündigt: „Ueber die geologische Karte der Erde und die Beziehungen der Geologie zur Topographie", „Ueber die Entwicklung der topographischen Cartographie in den Vereinigten Staaten", „Ueber die Chronologie der Erdkruste" usf. Von seiner Stiftung und von dem, was unsere Gesellschaft in Verbindung mit andern Instanzen für die Hegung und Mehrung derselben getan hat, soll unten in einem besondern Abschnitte die Rede sein.

Zu den ältern Geologen, Müller und Gilliéron, gesellte sich zu Beginn der achtziger Jahre Andreas Gutzwiller, der zunächst P. Merians Forschungen über das Tertiär unserer Umgebung fortsetzte, bald aber auch das genauere Studium unserer lange Zeit etwas vernachlässigten Quartärbildungen in Angriff nahm. Die wissenschaftliche Durchforschung dieser Sedimente ist fast ganz sein Werk.

Im Gebiete der Chemie wirkte seit 1875 an der Universität und in unserer Gesellschaft Friedrich Krafft. Er befasste sich mit der Chemie der höheren Fettsäuren und der davon abgeleiteten Verbindungen wie Kohlenwasserstoffe, Ketone usw. und benutzte bei seinen Arbeiten mit grossem Erfolg die damals noch wenig angewandte Methode der fractionierten Destillation unter vermindertem Druck. Das Ziel seiner Untersuchungen, in jener Epoche, war der methodische Abbau der in der Natur vorkommenden hoch-

molecularen Fettsäuren zu den einfachsten Gliedern der homologen Reihe, sowie der synthesische Aufbau von Paraffinen, den er bis zu dem Kohlenwasserstoff mit 35 Kohlenstoffatomen treiben konnte. (F. F.)

Von Mitte der achtziger Jahre an erscheinen ferner R. Nietzki und G. W. A. Kahlbaum unter den Vortragenden.

Die Erkenntnis der Natur des von Liebig entdeckten „Kohlenoxydkali", das als ein Abkömmling des Hexaoxybenzols erscheint, hat den wissenschaftlichen Ruf Rudolf Nietzki's begründet; mit jener Arbeit fiel auch der Schleier, der bisher die Natur der Rhodizonsäure, der Krokonsäure und der Leukonsäure verhüllt hatte. Von fast ebenso grossem Interesse war die Entdeckung des symmetrischen Tetra-amidobenzols (mit E. Hagenbach), der bald diejenige des benachbarten Tetra-amidobenzols nachfolgte und die Untersuchung der organischen Abkömmlinge der Stickstoffwasserstoffsäure. Daneben laufen zahlreiche Arbeiten im Gebiete der eigentlichen Farbstoffchemie, über Azokörper, über Azinfarbstoffe, über das Fluorescein usw. (F. F.)

Georg Kahlbaum[70]) führte sich in die Wissenschaft ein mit weit angelegten Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Siedepunkt und Druck, die ihn zur Konstruktion seiner sehr leistungsfähigen Quecksilberluftpumpe und damit zur Lösung der schwierigsten Probleme der Destillationstechnik, zur Destillation der Metalle führte. Seine gute humanistische Bildung befähigte ihn ausserdem, neben seinen experimentellen Arbeiten, zur Behandlung geschichtlich-chemischer Fragen. Mit einer an Schönbein erinnernden Treue hat er der Gesellschaft je und je auch von seinen historischen Werken wenigstens auszugsweise Kenntnis gegeben und gerade durch diese Vorträge den Zuhörern einen grossen Genuss bereitet. (F. F.)

Von 1879 an gehörte Julius Kollmann zu den eifrigsten Mitgliedern. Er hat die Gesellschaft alle Fortschritte der anthropologischen Forschung, von denen viele ihm selbst zu verdanken sind, verfolgen lassen und ihr auch manche Ergebnisse seiner embryologischen und vergleichend anatomischen Studien vorgelegt.

Seit Mitte der siebziger Jahre widmete sich Altratsherr Fritz Müller[71]) dem Ausbau unserer zoologischen Museumssammlungen, die ihm bald Stoff zu mancherlei faunistischen Mitteilungen im Schosse unserer Gesellschaft boten. Am anhaltendsten beschäftigten ihn die Reptilien und Amphibien, daneben auch die Crustaceen und in seinen letzten Jahren wandte er namentlich den Spinnen sein Interesse zu.



FR. BURCKHARDT
1830—1913



A. MÜLLER
1819—1890



W. HIS-VISCHER
1831—1904



E. HAGENBACH-BISCHOFF
1833—1910

1877 nahm S. Schwendener einen Ruf nach Tübingen an. Seine Nachfolger auf dem Lehrstuhl der Botanik W. Pfeffer (1877—78), H. Vöchting (1878—87), G. Klebs (1887—98) forschten wie er vorwiegend in anatomisch-physiologischer Richtung. Am eifrigsten hat von ihnen Hermann Vöchting in der Gesellschaft mitgearbeitet, der sich damals mit Untersuchungen über die Nutationsbewegungen, über die Zygomorphie der Blüten, über den negativen Thermotropismus und mit Versuchen über die Regenerationsprozesse im Pflanzenreiche abgab; durch diese letzteren wurde er zu einer Theorie des Obstbaumschnittes und darüber hinaus zu den, damals neuen jetzt allgemein anerkannten, Anschauungen über die physiologische Einheitlichkeit jedes Pflanzenindividuums geführt. (G. S.)

Carl Vonder Mühll[72]) stellte, als er 1889 nach langer Abwesenheit in die Vaterstadt zurückgekehrt war, seine Zeit und Kraft allsbald auch in hingebendster Weise in den Dienst unserer Gesellschaft. Mit welcher Gewissenhaftigkeit er während langer Jahre das Sekretariat besorgt hat, steht den heutigen Mitgliedern noch in lebhaftem und dankbarem Andenken. Seine Vorträge bezogen sich durchweg auf sein Spezialgebiet, die mathematische Physik. In einem ersten handelte er über das Prinzip der kleinsten Aktion; bald darauf besprach er kritisch die damals neuen Ideen der electromagnetischen Lichttheorie. Ein andresmal legte er eine Theorie der „Seiches“ vor, jener eigentümlichen, von Forel zuerst näherer Beachtung gewürdigten und von Eduard Sarasin einlässlich studierten, Schwankungen der Seen. Besonders hervorzuheben sind seine Studien über die theoretischen Vorstellungen von G. S. Ohm und über seinen — ihm in der kritischen Veranlagung wesensverwandten — einstigen Lehrer Ernst Neumann und dessen ungeheure Bedeutung für die theoretische Physik. (A. H.)

Wir müssten von Mitgliedern sprechen, die noch mitten in der Arbeit stehen, wenn wir diese Notizen über die wissenschaftliche Tätigkeit der Gesellschaft fortsetzen wollten und glauben uns im folgenden auf eine Uebersicht über die markantern Ereignisse beschränken zu dürfen.

Mit der fünften Jahresversammlung der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Basel, am 5. bis 7. September 1892[73]), konnte unsere kantonale Gesellschaft, an deren Spitze damals der ebengenannte Carl Vonder Mühll stand, ihr fünfundsiebzigstes Ju-

biläum verbinden. Ein Abend im Sommerkasino war speziell der Feier dieses lokalen Ereignisses gewidmet. Den Gästen wurde das erste Heft des zehnten Bandes der Verhandlungen als Festgabe überreicht. Die Zahl unserer ordentlichen Mitglieder belief sich um diese Zeit auf gegen zweihundert.

Der Jahrespräsident, Eduard Hagenbach-Bischoff, leitete die Tagung mit einem meisterhaften Ueberblick über die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Anstalten Basels von 1817 bis 1892 ein. Als Fortschritte, die seit der Versammlung von 1876 verwirklicht worden waren, konnte er die Einrichtung einer pathologisch-anatomischen Anstalt, den Bau des Vesalianums mit einer Abteilung für normale Anatomie und einer Abteilung für Physiologie, die Peter-Merianstiftung, die Stiftung der Ziegler'schen Kartensammlung und den weiteren Ausbau derselben durch den Kartenverein aufzählen. In den Hauptsitzungen sprachen von Baslern Prof. C. Schmidt über die Metamorphose der alpinen Gesteinsarten, Dr. F. Sarasin über die Weddah's von Ceylon, Prof. W. His über die Entwicklung menschlicher Physiognomien.

Die speziellen Mitteilungen wurden diesmal auf sieben Sektionen verteilt.

Das Schlussbankett fand auf der Saline statt. Nach der Versammlung führte Professor F. Mühlberg die Geologen, welche sich seit der letzten Basler Tagung zu einer geologischen Gesellschaft zusammengeschlosson hatten, in das Gebiet der Verwerfungen, Ueberschiebungen und Ueberschiebungsklippen im Basler und Solothurner Jura.

Zwei Jahre nach ihrem fünfundsiebzigsten Jubiläum entschloss sich die Gesellschaft nun doch, die Statuten von 1830 einer Revision zu unterziehen.[74]) Den Anstoss dazu gab die steigende Ueberlastung des Sekretärs. Man benutzte den Anlass, um all' den überflüssigen Ballast, die Unterscheidung von „arbeitenden" und „freien" Mitgliedern, die einlässlichen Bestimmungen über den Gang von gewöhnlichen und öffentlichen Sitzungen usf. über Bord zu werfen. Die „Vervollkommnung der öffentlichen Sammlungen" wurde aus dem Gesellschaftsprogramm gestrichen, da die Knappheit der Mittel längst genötigt hatte, von der Verfolgung dieses Zweckes zu abstrahieren. Die Qualifikation zum korresspondierenden Mitglied und zum Ehrenmitglied erhielt in Anpassung an die veränderten Verhältnisse eine andre Definition. Der Titel eines Ehrenmitgliedes soll nun ausschliesslich „hervorragenden Vertretern der Naturwissenschaften" reserviert sein; zu korrespondierenden Mitgliedern können Männer ernannt werden „welche sich um die Naturforschende Gesellschaft, um die hiesigen naturwissen-

schaftlichen Anstalten oder um die naturwissenschaftliche Erforschung der Umgegend verdient gemacht haben.“ Anstatt des bisherigen Vizesekretärs wurden dem Vorstande ein zweiter Sekretär und ein Bibliothekar beigegeben und über die Besorgung der Geschäfte wie folgt bestimmt: „Das Sekretariat führt das Protokoll in den Vereinsversammlungen, besorgt die Gesellschaftspublikationen, vermittelt den Verkehr mit der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, verwaltet die Kasse und legt alle zwei Jahre über dieselbe Rechnung ab. Diese Geschäfte werden durch den Vorstand zwischen dem ersten und dem zweiten Sekretär verteilt. Der Bibliothekar vermittelt den litterarischen Verkehr.“

Auf die Umstände, welche zur Bestellung eines Bibliothekars geführt haben und auf die Tätigkeit der schon seit 1883 bestehenden Redaktionskommission, die nun gleichfalls in den Statuten vorgesehen wurde, werden wir noch zurückkommen.

Schliesslich wurde eine Bestimmung über die rechtsgiltige Vertretung der Gesellschaft beigefügt.

Um die gleiche Zeit, 1893, sind die Gesellschaftsexkursionen aufgekommen, welche sich bei einigen unserer Schwestergesellschaften schon viel früher eingebürgert hatten. Die erste derselben ging nach dem Kaiserstuhl, unter der Leitung von Prof. C. Schmidt, Seitdem sind eine Reihe weiterer abgehalten worden, obwohl, infolge von Witterungslaunen und andern Schwierigkeiten, nicht mit der beabsichtigten Regelmässigkeit; einige in Gemeinschaft mit der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg i. B. Meistens haben Geologen, seltener Zoologen, Botaniker oder Techniker die Führung übernommen.

1898 bezog die obere Realschule ihren Neubau an der Dewettestrasse und der Falkensteinerhof wurde zu Verwaltungszwecken umgebaut. Die Gesellschaft musste sich abermals nach einem neuen Sitzungslokal umsehen. Zunächst, vom November des genannten Jahres bis Dezember 1900 fand sie eine Unterkunft im mineralogisch-geologischen Institut neben der Lesegesellschaft. Zu Beginn des neuen Jahrhunderts aber verliess sie den Hügel „auf Burg“, auf dem sie fünfmal kreuz und quer gewandert war, folgte dem Zuge der Zeit und siedelte sich auf dem Westplateau an, in dem soeben eröffneten neuen botanischen Institut an der Schönbeinstrasse, wo sie sich seitdem wohl befindet.

Im letzten Jahrzehnt des Jahrhunderts riss der Tod noch empfindliche Lücken in die Reihe der älteren Mitglieder; 1890 starben Albrecht Müller und Victor Gilliéron, 1895 folgten ihnen Fritz Müller, Fritz Miescher und Ludwig Rütimeyer.

Am 19. Oktober 1899 feierten Universität und Naturforschende Gesellschaft gemeinsam den hundertsten Geburtstag von Christian Friedrich Schönbein. Vertreter der Behörden, der Familie Schönbein, der Geburtsstadt Metzingen und einige auswärtige Gelehrte waren als Ehrengäste gebeten worden. Auch die weitere Bürgerschaft, in der das Andenken des originellen Mannes noch immer lebendig ist, war im Auditorium vertreten. Prof. Kahlbaum schilderte in sichern Zügen die Persönlichkeit und den Lebensgang des Gefeierten, Prof. Piccard, Prof. Schaer aus Strassburg und Prof. Hagenbach sprachen über seine wissenschaftlichen Leistungen. Die bayrische Akademie der Wissenschaften und die Universität Tübingen sandten Adressen. In einem Nebenraume des Stadtkasinos, wo die Feier abgehalten wurde, hatte Prof. Kahlbaum eine Schaustellung von Schönbeinreliquien veranstaltet. Auf die Vorträge folgte ein belebtes, auch von Damen besuchtes, Festessen im Musiksaal mit Gesangsvorträgen und Festspiel.[75]) Ein ausführlicher Bericht über diese wohlgelungene Feier ist als Beilage zu Band XII unserer Verhandlungen erschienen.

Aber nicht nur die Toten, sondern auch die Lebenden wurden geehrt. Seit den neunziger Jahren hat sich die löbliche Sitte eingebürgert, allen verdienten Mitgliedern, welche den siebzigsten oder gar den achtzigsten Geburtstag begehen können, den Dank der Gesellschaft für ihre Mitarbeit in einer Glückwunschadresse darzubringen. Eduard Hagenbach, in dem die Gesellschaft in jenen Jahren ihr geistiges Haupt verehrte, wurde bei Anlass seines siebzigsten Geburtstages (11. März 1903) eine noch festlichere Ovation dargebracht. Eine grosse Zahl von Mitgliedern vereinigten sich zu einem Bankett im Schützenhause, an welchem der Präsident, Prof. Metzner, dem Jubilar den ihm gewidmeten Band XVI der Verhandlungen überreichte. Der Zufall fügte es, dass zugleich die fünfzigjährige Mitgliedschaft von Fritz Burckhardt und die fünfundzwanzigjährige Mitgliedschaft von Julius Kohlmann gefeiert werden konnte. Festlichen Charakter nahmen auch die Schlusssitzungen von 1896 und 1903 an, in welchen unsere Freunde Paul und Fritz Sarasin über Ergebnisse ihrer ersten und ihrer zweiten Forschungsreise nach Celebes berichteten. Bei dem zweiten dieser Anlässe liess sich die hohe Regierung durch den Vorsteher des Erziehungsdepartementes vertreten und die medizinische Fakultät ernannte die erfolgreichen Forscher zu Doctoren honoris causa.

Die Scheu vor jeder Aenderung an den Statuten, welche die Gesellschaft im abgelaufenen Jahrhundert gezeigt hat, ist im neuen einer ausgesprochenen Revisionsfreudigkeit gewichen. 1908 wurden an der 1894 beschlossenen Organisation einige eingreifende Aen-

derungen vorgenommen und schon 1914 beliebten einige weitere Neuerungen.[76])

Die Statuten von 1894 hatten es dem Vorstand anheimgestellt, die Sekretariatsgeschäfte je nach Opportunität unter die beiden Sekretäre zu verteilen. Es war aber alsbald Usus geworden, dass der zweite Sekretär das Protokoll führte, der erste dagegen die Gesamtheit der übrigen Geschäfte besorgte. Infolgedessen war die Arbeitslast des letztern im Laufe der Jahre wieder allzugross geworden. Man beschloss daher 1908 den Vorstand um ein Mitglied zu erweitern und diesem die Führung der Kasse zu übertragen. Im übrigen blieb die Verteilung der Geschäfte die bisherige, nur wurde sie jetzt in den Statuten fixiert; der erste Sekretär hiess fortan wieder kurzweg Sekretär, der zweite Sekretär erhielt den Namen Schriftführer. Da man die Bibliothekarstelle, aus Gründen, auf die wir bei Besprechung des Bibliothekwesens zu sprechen kommen, schon vorher hatte eingehen lassen, betrug die Zahl der Vorstandsmitglieder wie früher fünf.

Sodann wurde als neues Vereinsorgan der „Seniorenvorstand“ bestehend aus den gewesenen Präsidenten und Sekretären, eingeführt, eine Art Ehrenrat zur Schlichtung von Konflikten, dem man aber auch die Feststellung der Wahlvorschläge bei der periodischen Neuwahl des Vorstandes und die Vorprüfung bei der Ernennung von Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern übertrug.

Es erwies sich jedoch bald als unzweckmässig, den aktiven Vorstand von der Mitwirkung bei diesen letzteren Geschäften auszuschliessen. Sie wurden daher bei der Revision von 1914 einem aus den Mitgliedern des aktiven und des Seniorenvorstandes gebildeten und vom aktiven Präsidenten präsidierten Kollegium übertragen, das den Namen „erweiterter Vorstand“ erhielt.

Die hauptsächlichste Neuerung, welche diese letzte Statutenänderung gebracht hat, war die Einführung der einjährigen Amtsdauer des Vorstandes an Stelle der seit 1830 giltigen zweijährigen. Massgebend für diesen Schritt war das Bedürfnis, die Präsidenten zu entlasten und zugleich der Wunsch einer grösseren Zahl der jetzt stark vermehrten tätigen Mitglieder Gelegenheit zur Mitwirkung an der Geschäftsleitung zu geben. Er war aber andererseits auch nahegelegt durch den Umstand, dass die Gesellschaft sich seit einigen Jahren, infolge etwelcher Besserung ihrer Finanzen, in der Lage sah, alljährlich einen Band der Verhandlungen erscheinen zu lassen, womit die Einführung des einjährigen Turnus im gesamten Betriebe gegeben war.

Endlich wurde bei diesem Anlasse ein Versäumnis der früheren Legislatoren nachgeholt. Einzig in dem längst in Vergessenheit geratenen „Vorschlag“ zur Regelung des Verhältnisses der Gesellschaft zum naturwissenschaftlichen Museum vom Jahre 1821 ist eine Bestimmung darüber enthalten, was im Falle der Auflösung derselben aus ihrem Besitztum werden solle. Da, wie wir noch sehen werden, inzwischen nicht nur die Gesellschaftsbibliothek stark angewachsen, sondern auch ein Anfang zur Aeufnung eines Gesellschaftsvermögens gemacht worden war, erschien es an der Zeit, dieser Frage die gebührende Aufmerksamkeit zuzuwenden, und es wurde demgemäss verfügt: „Im Falle der Auflösung der Gesellschaft kann das ihr gehörende Vermögen und Besitztum nicht unter die Gesellschaftsmitglieder verteilt werden, sondern muss eine der ursprünglichen Bestimmung entsprechende Verwendung erhalten.“

Ungefähr zu der gleichen Zeit, da sie sich diese fünften Statuten gab, beschloss die Gesellschaft ihre Sitzungszeit zu verlegen. Seit der Gründung hatte man sich „in den Abendstunden“ versammelt, seit 1830 war 6 Uhr die übliche Stunde. Allein verschiedene Neuerungen, unter denen wohl die Einführung der Gasbeleuchtung in erste Linie zu stellen sein wird, hatten allmählich eine Wandlung in den Lebensgewohnheiten herbeigeführt, sodass die hergebrachte Anordnung sich, wie die Protokolle lehren, schon Ende der siebziger Jahre nicht mehr allgemeinen Beifalls erfreute. 1890 und 1910 wurde des langen und breiten darüber debattiert, ob es nicht opportuner wäre, die Versammlungen erst nach dem Nachtessen abzuhalten. Beide Male waren es Vertreter der jüngern Generation, welche die Verlegung befürworteten; beide Male fiel die Entscheidung zugunsten der ältern Mitglieder, welche beim alten Herkommen zu bleiben wünschten. Als nun aber Ende 1913 die Frage abermals zur Diskussion gestellt wurde, ergab sich eine Mehrheit für die Anberaumung der Sitzungen auf $8^1/_4$ Uhr, und bis jetzt ist kein Antrag aufgetaucht, den damaligen Beschluss, der übrigens auf die Stärke des Sitzungsbesuches keinen merklichen Einfluss ausgeübt hat, rückgängig zu machen.

Die Zahl der ordentlichen Mitglieder ist während des letzten Jahrzehntes rapid angewachsen, indem mehr als in der vorangegangenen Periode darauf Bedacht genommen wurde, alle Freunde der Naturwissenschaften zur Teilnahme an unseren Bestrebungen zu veranlassen. Während Daniel Huber einst mit Mühe zwei Dutzend Männer um sich gesammelt hatte, nähert sich heute unsere Mitgliederzahl dem vierten Hundert. Sehr starke Kontingente haben zu diesem Zuwachs zwei Berufsarten gestellt, welche 1817 noch gar keine Rolle spielten: die Lehrer der Naturwissenschaften

an Mittelschulen und — ein spezifisches Charakteristikum des modernen Basels — die praktischen Chemiker. Seit 1909 lassen sich auch Damen in unsere Gesellschaft aufnehmen.

Mit dem Mitgliederbestande überhaupt hat sich — was die Hauptsache ist — auch die Zahl der tätig Mitwirkenden stetsfort gemehrt, sodass sich die einst von wenigen getragene Arbeitslast nun auf zahlreiche Schultern verteilt. Unter unseren heutigen Mitgliedern bilden etwa dreissig bis vierzig die eigentliche Kerntruppe und über fünfzig weitere haben sich wenigstens gelegentlich an den Verhandlungen beteiligt. Leider hat uns der Tod auch von denjenigen, welche in diesem jüngsten Zeitraum im Vordergrunde standen, schon mehrere entrissen; es sei nur an Pierre Chappuis[77]) und an Rudolf Burckhardt[78]) erinnert.

Zu den charakteristischen Zügen der neuesten Periode gehört eine stark hervortretende Erweiterung des geographischen Horizontes in den Disziplinen der beschreibenden Naturwissenschaft. Schon in den vierziger Jahren konnten, wie wir gesehen haben, einzelne Mitglieder von überseeischen Reisen berichten. Später, in den achtziger Jahren, legten Dr. Carl Passavant[79]) und Dr. Ernst Maehly Ergebnisse ihrer Forschungen in Westafrica vor und um dieselbe Zeit begannen die Vettern Sarasin ihre grossen Unternehmungen. Aber diese weit gereisten waren damals noch vereinzelt. Inzwischen ist ihre Zahl gross geworden, zumal seitdem sich den Geologen in den Tropen ein unermessliches Feld praktischer Betätigung aufgetan hat. Durch diese Wandlung wurde auch das Gebiet der ethnographischen Forschung, das sie früher kaum beachtet hatte, in den Gesichtskreis der Gesellschaft gerückt.

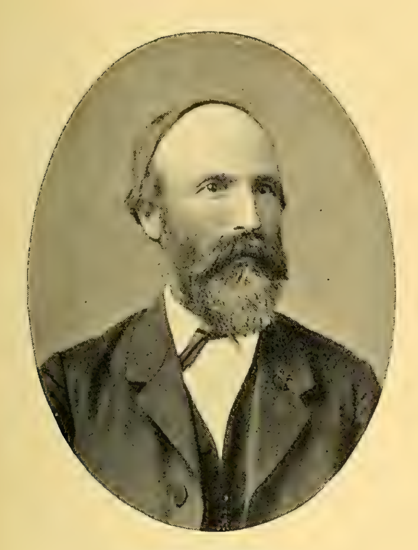
Im Sitzungsbetrieb hat sich gegenüber früheren Jahrzehnten allerlei geändert. Dass ein Thema in zwei oder drei Vorträgen breiter entwickelt wird, kommt kaum mehr vor; überhaupt erscheint, bei der grossen Zahl der tätigen Mitglieder, selten mehr ein Name öfter als einmal im Jahre auf der Liste der Vortragenden. Der Demonstrationsapparat, welcher bei physikalischen, chemischen, physiologischen Vorträgen zur Anwendung kommt, ist luxuriöser geworden. Seit 1905 ist unser Sitzungslokal mit einer Projektionseinrichtung versehen.

Andererseits ist es bei der Aufsplitterung der Forschungswege für die Protokollierenden immer schwieriger geworden, den Inhalt der Vorträge mit der früher üblichen Einlässlichkeit wiederzugeben, sodass sie sich schon seit Mitte der neunziger Jahre damit begnügen, die Titel zu notieren, wenn ihnen nicht etwa die Vortragenden mit Autoreferaten aushelfen. Unsere neueren Protokolle geben daher ein viel weniger lebendiges Bild der Verhandlungen als die

älteren; doch bieten die aus sachkundigen Federn stammenden Zeitungsreferate einen Ersatz für diesen Ausfall.

Seitdem die Adepten der verschiedenen Disziplinen zahlreicher geworden sind, empfinden sie das Bedürfnis, sich auch von Zeit zu Zeit in engerm Kreise zum Gedankenaustausch zusammenzufinden. Einige dieser Vereinigungen haben sich aus den „Colloquien", welche die Professoren zur Besprechung der neuern Fachliteratur mit ihren Studenten abzuhalten pflegen, entwickelt. Indem auch ältere Fachgenossen sich an diesen Colloquien zu beteiligen und in denselben über Ergebnisse ihrer eigenen Forschungen vorzutragen anfingen, haben dieselben allmählich ihren ursprünglichen Charakter etwas verändert, das eine mehr, das andere weniger. Am frühesten hat das geologische Colloquium in diesem Sinne evoluiert. Schon seit den neunziger Jahren pflegen die Basler Geologen mit ihren Kollegen von Freiburg i/Br. drei oder viermal im Winter zu einem „oberrheinischen Colloquium" zusammenzukommen, das sich nicht viel von der Sitzung einer geologischen Gesellschaft unterscheidet. Seit einigen Jahren wird ein zoologisches Colloquium von ähnlicher Tendenz abgehalten. Auch im botanischen und im physikalischen Colloquium werden wenigstens gelegentlich selbständige Mitteilungen gemacht. In den Fächern der Chemie und der Mathematik war der Entwicklungsgang ein etwas anderer. Seit 1901 besteht eine oberrheinishe chemische Gesellschaft, die alljährlich vier Sitzungen abhält, in welchen sich Chemiker von Basel, Mülhausen, Freiburg i/Br. und Strassburg gegenseitig ihre Forschungsergebnisse vorlegen. Die Basler Mathematiker haben sich 1905 zu einem „Kränzchen" mit analogem Zwecke zusammengetan, das später, 1908, den Namen „Mathematische Gesellschaft" annahm und seither auch die vorgerückteren Mathematikstudenten zur Mitarbeit herbeizieht.

Alle diese Unternehmungen sind inoffiziell geblieben und haben unsere Gesellschaft als centrales Forum der Basler Naturforschung in keiner Weise beeinträchtigt. Auch unsere geschätzte Kollegin, die medizinische Gesellschaft, hat uns keine Kräfte entzogen, indem die Mediziner sich stetsfort auch an unseren Verhandlungen mitbeteiligten und in neuester Zeit das Bedürfnis eines engen Anschlusses an die Naturwissenschaften sogar intensiver zu empfinden scheinen als in früheren Dezennien. Ebensowenig haben uns einige naturkundliche Vereine, die nach und nach neben unserer Gesellschaft aufgekommen sind, Konkurrenz gemacht, da sie mehr popularisierende oder Liebhaberzwecke verfolgen und somit ein anderes Feld bebauen.[80]) An der ausgesprochenen Abneigung der Basler Naturforscherschaft gegen jede Zersplitterung ihrer Kräfte liegt es auch, dass sich in unserer Stadt — im Gegensatz zu



V. GILLIÉRON
1826—1890



FR. MIESCHER-RÜSCH
1844—1895



FR. MÜLLER
1834—1895



K. VONDERMÜHLL
1841—1912

allen übrigen wissenschaftlichen Zentren des Landes — bis jetzt keine geographische Gesellschaft gebildet hat. Selbst eine geographische Sektion im Schosse der naturforschenden Gesellschaft beliebte nicht; als 1907 der damalige Präsident Rudolf Burckhardt, auf Anstoss des Verbandes der schweizerischen geographischen Gesellschaften, welcher einen Stützpunkt in Basel zu haben wünschte, die Begründung einer solchen anregte, fand er keine wirksame Unterstützung.

Die sechste Basler Versammlung der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft am 4.—7. September 1910 unter dem Vorsitz von Carl Vonder Mühll, steht den meisten Mitgliedern noch in frischer Erinnerung.[81]) Dass in Basel in der Fürsorge für den Betrieb der Naturwissenschaften seit 1892 kein Stillstand eingetreten war, beweist am deutlichsten der Umstand, dass der Jahrespräsident seine Eröffnungsrede ganz der Fortsetzung der Ausführungen seines Amtsvorgängers vor achtzehn Jahren widmen konnte. Neben manchen kleinern Fortschritten waren der Bezug der neuen Universitätsbibliothek, die Erweiterung des naturhistorischen Museums, die gewaltige Entwicklung der Sammlung für Völkerkunde, die Einrichtung eines mineralogisch-geologischen Instituts, die neue botanische Anstalt samt Garten und als letzte Errungenschaft der Neubau für die chemische Anstalt hervorzuheben.

Wie die vierte fiel diese sechste Versammlung in die Amtsdauer eines Basler Zentralkomitees (Fritz Sarasin, Präsident; Albert Riggenbach; Pierre Chappuis). Zu besonderer Freude gereichte es uns damals, dass an derselben auch noch zwei Mitglieder des früheren Basler Zentralkomitees, Eduard Hagenbach und Fritz Burckhardt, in voller geistiger Frische teilnehmen konnten. Bald nachher schieden auch diese beiden Veteranen und mit ihnen der um die Gesellschaft vielverdiente Jahrespräsident Carl Vonder Mühll.

Im Winter vor dieser Versammlung, am 26. Januar 1910, verschaffte unsere Gesellschaft den Baslern den Genuss, Sven Hedin über seine kühne Durchquerung von Thibet sprechen zu hören. Der grosse Musiksaal füllte sich bis auf den letzten Platz. Nach dem Vortrage wurde dem berühmten Reisenden das Diplom eines Ehrenmitgliedes unserer Gesellschaft überreicht.

Drei Jahre später konnte eine ähnliche Veranstaltung ins Werk gesetzt werden. Diesmal sprachen, abermals im Musiksaal, zwei Basler Forscher, Dr. Felix Speiser über seine Reise nach den Neuen Hebriden, Dr. Fritz Sarasin über seine, in Begleitung von Dr. Jean Roux ausgeführten, Forschungen in Neu-Caledonien. Wiederum war der Zudrang gross; ganz Basel stellte sich ein.

Damit haben wir diese Gesellschaftschronik bis satt an das hundertjährige Jubiläum herangeführt. Es bleibt uns aber noch übrig, das Bild nach einigen besondern Seiten zu ergänzen. Von den Publikationen der Gesellschaft, von ihrer Fürsorge für die öffentlichen Sammlungen und speziell für die naturwissenschaftliche Bibliothek, sowie von dem, was sie für die Installation und den Ausbau der Ziegler'schen Kartensammlung getan hat, ist im obigen nur beiläufig die Rede gewesen, in der Meinung, es sei zweckmässiger, darüber im Zusammenhang zu berichten. Ein Ueberblick über unseren Finanzhaushalt wird die passende Einleitung zu diesen Nachträgen bilden.

III. Finanzhaushalt, Förderung der naturhistorischen Sammlungen und der naturwissenschaftlichen Bibliothek.

Unter den Männern, welche 1746 die Naturforschende Gesellschaft in Zürich gründeten, befanden sich unternehmende Köpfe, welche ihr sofort zu einem Vermögen von 871 Gulden (19 000 Fr.) verhalfen, indem sie mit obrigkeitlicher Bewilligung eine öffentliche Loterie veranstalteten. Durch die Bestimmung, dass bis zum Ende des Jahrhunderts nur ein Teil der Zinsen verbraucht werden dürfe, wurde für weitere Aeuffnung des Fonds gesorgt und nachdem dieser einmal da war, zog er bald auch Geschenke und Legate an. Im Verlauf von 150 Jahren ist er allein auf diesem letzteren Wege um 25 000 Fr. vermehrt worden; 1896 belief er sich auf insgesamt 70 000 Fr. Dank dieser weitblickenden Fürsorge ihrer Gründer ist unsere Zürcher Schwestergesellschaft heute in der Lage, recht ansehnliche Summen auf ihre Publikationen und auf den Ausbau ihrer Bibliothek zu verwenden.[82])

Im Basel von 1817 war an ein solches Unterfangen nicht zu denken; man begnügte sich damit, von den Mitgliedern einen Jahresbeitrag zu erheben. Auch während der seither verflossenen hundert Jahre ist es nicht gelungen, der Kasse eine andere periodische Einnahme von einiger Bedeutung zu sichern. Wie oben schon erwähnt, ist 1817 der Jahresbeitrag auf acht alte und 1852, beim Uebergang zur neuen Währung, auf zwölf neue Franken, was eine unbedeutende Erhöhung um 50 Rappen bedeutete, normiert worden. So dringend wünschenswert es, namentlich in den letzten Jahrzehnten, gewesen wäre, über etwas breitere Mittel zu verfügen, so

hat man sich doch nie entschliessen können, der Gesamtheit der Mitglieder grössere Zumutungen zu machen, da man befürchtete, der dadurch erzielte Gewinn möchte durch einen Verlust an Mitgliedern wettgemacht werden. Dagegen sind im Jahre 1911, als die Finanzlage wieder besonders kritisch geworden war, nach dem Vorbild der hiesigen historischen Gesellschaft die „freiwilligen Erhöhungen" eingeführt worden und in unseren neuesten Statuten von 1914 ist demgemäss der Jahresbeitrag auf „mindestens 12 Franken" angesetzt. Die Erhöhungen haben anfangs eine Mehreinnahme von 370 Fr. eingetragen; seitdem sind sie, hauptsächlich infolge von Todesfällen, um 50 Fr. zurückgegangen. Eine beträchtliche Vermehrung der Einnahmen verdanken wir im letzten Jahrzehnt dem rapiden Zuwachs der Mitgliederzahl, der aus Beilage 1 zu ersehen ist.

Neben den Jahresbeiträgen bildet noch der buchhändlerische Erlös aus den Verhandlungen, seitdem die Gesellschaft dieselben 1883 in Selbstverlag genommen hat, eine periodische Einnahme, aber freilich eine sehr bescheidene. Er beläuft sich gegenwärtig auf 100 bis 150 Franken im Jahr; früher war er beträchtlich geringer.

An ausserordentlichen Einnahmen hat es der Kasse nicht ganz gefehlt, aber sie sind nicht zahlreich gewesen. In erster Linie ist eine kleine Anzahl von Legaten und Geschenken aus Trauerhäusern zu nennen:

1867.	Legat Joh. Gottlieb Thurneysen	Fr.	300.—
1882.	Legat Emanuel Berri	„	250.—
1883.	Geschenk der Erben von Peter Merian	„	1000.—
1907.	Geschenk der Erben von Markus Boelger	„	1000.—
1907.	Legat Dr. Eugen Bischoff	„	100.—
1913.	Geschenk von Frau Wirth-Burckhardt zum Andenken an Prof. Fritz Burckhardt	„	500.—
1917.	Legat Johann Jacob Pfyffer	„	500.—
		Fr.	3650.—

Sodann haben sich einigemale bei Festlichkeiten, deren Kosten durch besondere Sammlungen aufgebracht wurden, Ueberschüsse ergeben, welche der Gesellschaftskasse zugeführt werden konnten:

1876.	Schweizerische Naturforscherversammlung	Fr.	855.80
1892.	Schweizerische Naturforscherversammlung	„	528.78
1894.	Empfang bei Anlass des internationalen Geologenkongresses	„	640.50
1899.	Schönbeinfeier	„	63.85
1910.	Schweizerische Naturforscherversammlung	„	3415.—
		Fr.	5503.93

Wiederholt ist bei solchen ausserordentlichen Eingängen der Beschluss gefasst worden, sie als Anwurf an ein Gesellschaftsvermögen zurückzulegen; aber immer hat die bittere Not nach einiger Zeit dazu geführt, dass sie dennoch angetastet und aufgebraucht wurden. Erst mit dem Saldo der Jahresversammlung von 1910 ist das Experiment gelungen und dem so geschaffenen Fonds sind dann auch die zwei seither eingegangenen Legate zugewiesen worden.

Um vollständig zu sein, müssten wir unter den ausserordentlichen Einnahmen auch noch die vielen Beiträge, welche von Mitgliedern an den Druck und die Ausstattung der Verhandlungen geleistet wurden, aufführen; allein viele derselben sind nicht durch die Kasse gegangen und lassen sich nicht mehr feststellen.

Einen Teil der Jahreseinnahme verschlingen die Betriebsspesen. In der ersten Zeit waren sie geringfügig. Die Miete des Lokales auf der Lesegesellschaft kostete wenige Franken und kam seit 1821 in Wegfall. Ein paar Pakete Kerzen, später eine Lampe und das Oel dazu, ein grünes Tuch auf den Sitzungstisch verursachten kleine Auslagen und auch die Vergütungen an den Boten, welcher die Mitglieder zu den Sitzungen einlud, waren leicht erschwinglich.[83]) Allmählich schwollen aber die Spesen an, zumal seitdem man 1838 angefangen hatte, die Sitzungen in den Tagesblättern anzuzeigen. In neuerer Zeit sind die Betriebsspesen vorzugsweise diejenige Rubrik unseres Ausgabenbudgets, in welche sich immer wieder Luxusposten einschleichen, sodass man ständig ein wachsames Auge auf sie haben muss. Im Jahre 1912 wurden sie durch Abschaffung der Zeitungsanzeigen erheblich herabgesetzt. Gegenwärtig müssen wir sie mit ca. 600—700 Fr. budgetieren.

Ueber die Verwendung des Ueberschusses der Einnahmen war in den Statuten von 1817 noch nichts festgesetzt. Aus den Jahresrechnungen, die im Gegensatz zum Protokoll von Anfang an sehr pünktlich geführt wurden, ergibt sich, dass schon in den ersten Jahren Bücher und „par rencontre ein Bücherkasten“ angeschafft worden sind. Die Gründung des naturwissenschaftlichen Museums veranlasste dann die Gesellschaft, wie wir gesehen haben, für die Verwendung ihrer disponiblen Mittel bestimmte Richtlinien festzulegen. Der „Vorschlag“ von 1821 enthält darüber folgende Bestimmungen:

„§ 4. Die jährlichen Beiträge der Mitglieder (gegenwärtig Fr. 8) würden wie bisher auf Vorschlag der Mitglieder der Gesellschaft und nach Entscheidung ihrer Gesamtheit, auf naturhistorische, chemische und technologische Bücher verwendet, zum Teil auch

auf Anschaffung von Naturalien oder physischen und chemischen Apparats."

„§ 5. Von allem diesem Angeschafften würde sich die Gesellschaft das Eigentumsrecht vorbehalten. Die Bücher würden mit einem besonderen Stempel, die Naturalien und Instrumente mit einer Aufschrift bezeichnet. Alles würde in ein eigenes Inventar eingeschrieben."

„§ 6. Diese naturhistorischen Bücher aber, sowie auch die angeschafften Naturalien und Apparate würden sowohl den systematischen Aufstellungen der naturhistorischen Bibliothek, der Naturaliensammlung und des physisch-chemischen Kabinetts des Museums als auch dem betreffenden Katalog einverleibt werden. Die physisch-chemischen Bücher würden besonders aufgestellt."

In § 8 wurde noch beigefügt: „Sollte etwa wider Vermuten der Fall eintreten, dass die Gesellschaft sich auflösen würde, so würden alle Bücher, Naturalien und Instrumente, welche dieselbe angeschafft hatte, dem Museum zu gänzlichem Eigentum anheimfallen."

Bei einer Jahreseinnahme von 200 bis 250 Fr. war der Vorsatz, Bibliothek und Sammlungen zugleich zu unterstützen, etwas verwegen. „Die Gesellschaft überzeugte sich bald", bemerkt Peter Merian in seinem Rückblick auf die ersten fünfzig Jahre, „dass sie ihre mässigen Mittel nicht unzweckmässig zersplittern sollte, sah ab von Anschaffung von Naturalien und Apparaten und beschränkte sich auf die Vermehrung der Bibliothek."

Ihre Beiträge an dem Ausbau der Sammlungen sind daher bald aufgezählt. 1834 hat sie zu Handen des naturhistorischen Museums ein geologisches Relief von Württemberg angeschafft. 1841 gewährte sie Dr. Emanuel Meyer, der nach niederländisch Indien reiste und sich anerbot für das Museum zu sammeln, eine Reiseunterstützung und bei seiner Rückkehr kaufte sie ihm einen Orangkadaver ab. Als 1843 derselbe Reisende mit gleichen Absichten nach Texas auszog und sein Unternehmen durch Ausgabe von Aktien finanzierte, beteiligte sie sich zu Gunsten des Museums mit einer Zeichnung von sechs Aktien à Fr. 16.—, die allerdings nicht viel abtrugen. 1842 übernahm sie ferner die wissenschaftliche Ausrüstung von Missionar Riis zu seiner zweiten Reise nach der Kolonie Aguapim an der Goldküste, der dem Museum dann sehr interessante Sammlungen mitbrachte. 1847 bewilligte sie Prof. Ecker, welcher sich zu Studienzwecken an die Adria begab, einen Kredit zur Anlegung einer Sammlung von Meerestieren für das Museum und 1851 Missionsinspektor Josenhans einen solchen zum Sammeln von Naturalien auf einer Reise nach Indien. Sodann wurde 1852 — gegen den Einspruch des stets auf Sparsam-

keit dringenden Mitgliedes Deputat La Roche — für die botanische Anstalt die Cryptogamensammlung des verstorbenen Kandidaten Preiswerk erworben[84]) und endlich 1866, auf Antrag von Rütimeyer, ein sorgfältig assortiertes Exemplar der Dufourkarte in 1 : 100 000 in das Naturhistorische Museum gestiftet. Der Gesamtbetrag dieser Aufwendungen belief sich auf rund 2100 Fr. neuer Währung. An der Erwerbung des Simon'schen Jungfraureliefs, 1888, hat sich die Gesellschaft finanziell nicht beteiligt; doch ist der Anstoss dazu von ihr gegeben worden. In das Komitee, welches sich zur Betreibung dieser Angelegenheit bildete, delegierte sie die Herren Felix Cornu, Fritz Burckhardt und Piccard. Nachdem der Ankauf dank dem Zusammenwirken von Museumsverein, Alpenklub und vieler Privater gelungen war, wurde am 30. April 1890 auf Antrag von F. Burckhardt und in Befolgung des vom Alpenklub gegebenen Beispieles beschlossen, namens der an der Subskription beteiligten Gesellschaftsmitglieder „das Relief dem Museumsverein als Eigentum zu übergeben". In diesem Zusammenhang darf endlich auch erwähnt werden, dass 1912 der Ertrag der von den Herren Dr. Fritz Sarasin und Dr. Felix Speiser unter den Auspizien der Gesellschaft gehaltenen öffentlichen Vorträge der Sammlung für Völkerkunde zufiel.

Nach dem Vorschlage von 1821 sollte die Solidarität unserer Gesellschaft mit dem Naturwissenschaftlichen Museum auch noch in anderer Weise zum Ausdruck kommen als durch solche Unterstützungen; sein letzter Paragraph bestimmte: „Von Zeit zu Zeit sollte ein Bericht über den Zustand des Museums und den Fortgang desselben, mit Erwähnung der erhaltenen Geschenke usw. bekannt gemacht werden. Dieser Bericht könnte mit der von der Gesellschaft ebenfalls herauszugebenden kurzen Geschichte verbunden werden, welche die bemerklichsten Verhandlungen derselben enthalten würde". Während vierzehn Jahren liess man es dann allerdings bei dem Vorsatze bewenden; aber als 1835 endlich das projektierte Vereinsorgan zustande kam, wurde in demselben in der Tat auch der Berichterstattung über die Sammlungen eine Stelle gewährt. Das erste Heft der „Berichte über die Verhandlungen" enthält am Schlusse einen „kurzen Bericht über den Zustand der öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen in Basel" nebst einem Verzeichnis der dem Naturhistorischen Museum von Anfang August 1834 bis Ende Juli 1835 zugegangenen Geschenke. In den folgenden Jahren wurde das Verzeichnis fortgesetzt.[85])

Im ganzen ist das Verhältnis der Gesellschaft zu den naturhistorischen Sammlungen kein so inniges geworden, als unsere Vorläufer in den zwanziger Jahren erwartet hatten. Es hat sich viel-

mehr im Laufe der Zeit noch etwas gelockert, nicht nur indem jene gelegentlichen Zuwendungen allmählich ganz in Wegfall kamen, sondern auch in anderer Hinsicht. In den dreissiger, vierziger, fünfziger Jahren sind die bedeutenderen Geschenke und Erwerbungen des Naturhistorischen Museums mit einer gewissen Regelmässigkeit der Gesellschaft vorgelegt worden und Rütimeyer hat, wenigstens für die seiner spezielleren Obhut anvertrauten Sammlungen, diese Tradition auch noch später festzuhalten gesucht. Seither finden solche Vorweisungen nur noch sehr selten statt. Sie waren schon wesentlich erschwert, seitdem die Gesellschaft nicht mehr im Museumsgebäude tagt und sind es noch viel mehr, seitdem sie ihr Sitzungslokal auf das Westplateau verlegt hat. Viele und oft gerade die interessantesten Gegenstände können den Gefahren eines Transportes durch die Stadt nicht ausgesetzt werden. Der Museumsbetrieb hat auch in den letzten zwanzig Jahren solche Dimensionen angenommen, dass ein allzugrosser Teil der disponibeln Zeit diesen Demonstrationen gewidmet werden müsste, wenn man sie fortsetzen wollte. Einen etwelchen Ersatz für dieselben bieten den Mitgliedern, welche sich speziell für Naturgeschichte interessieren, die Jahresberichte über das Naturhistorische Museum, welche seit Mitte der achtziger Jahre an Stelle der früheren Geschenklisten in den Verhandlungen abgedruckt werden. Seit 1898, d. h. seit der Neuordnung der Museumsverhältnisse nach Auszug der Universitätsbibliothek, findet auch der Jahresbericht der Sammlung für Völkerkunde (vormals Ethnographische Sammlung) in unserem Vereinsorgane Aufnahme.

Indem die Gesellschaft den Museumsdirektionen diese Gastfreundschaft gewährt, bietet sie denselben auch heute noch eine Unterstützung, die sie wohl zu schätzen wissen.[86]) Es sei ferner hier nochmals daran erinnert, dass sie den Sammlungen stetsfort auch durch die Ehrungen, welche sie besonders verdienten Gönnern derselben zuteil werden liess, Beweise ihres Interesses gegeben hat.

Viel erheblicheres als in der Förderung der öffentlichen Naturaliensammlungen hat unsere Gesellschaft während der hundert Jahre ihres Bestehens in der Fürsorge für die naturwissenschaftliche Abteilung der öffentlichen Bibliothek geleistet.

Bei der Gründung des „naturwissenschaftlichen Museums“ im Falkensteinerhof wurden entsprechend den Vorschlägen von Daniel Huber, Christoph Bernoulli und Peter Merian die Bücher zoologischen, mineralogischen und geologischen Inhalts aus der Universitätsbibliothek ausgeschieden und — mit dem Vorbehalt, dass sie

nach wie vor integrierender Bestandteil derselben bleiben sollten — der neuen Anstalt überwiesen. „Es waren“, wie Peter Merian berichtet, „etwa 1500 Bände, von welchen bei weitem die Mehrzahl aus der im Jahre 1806 von der Regenz angekauften Bibliothek von Professor J. J. d'Annone herstammt. Nur verhältnissmässig wenige Bücher waren früher vorhanden: z. B. einige Werke aus der im Jahr 1649 der Universität legierten medizinischen Bibliothek von Prof. J. J. Hagenbach; einige Geschenke von Professoren und andern Freunden der Wissenschaft und einige, zum Teil wertvolle, grössere Werke, die aus dem Bibliotheksfonds angeschafft worden waren“.[87]) Nicht inbegriffen waren die physikalischen Bestände, die auf der Universitätsbibliothek verblieben, sowie die von Professor Werner de Lachenal gestiftete und im botanischen Institute aufgestellte botanische Bibliothek, die sich, nach Prof. Roepers Urteil, durch eine bemerkenswerte Vollständigkeit für die früheren Zeiten auszeichnete, aber hinsichtlich der Literatur der letzten Dezennien vieles zu wünschen übrig liess.

Der auf diese Weise entstandenen „Bibliothek des naturwissenlichen Museums“ wurde zum weiteren Ausbau ein proportionaler Anteil an den Zinsen des Bibliotheksfonds angewiesen, welcher aber lange nicht hinreichte, um alle wünschenswerten Anschaffungen zu bestreiten. Hier griff nun unsere Gesellschaft nachhelfend ein, sicherte sich aber dafür einige Vorrechte in der Benützung der Bibliothek. Ausser zu den gewöhnlichen Öffnungszeiten sollten die Mitglieder auch anlässlich der Sitzungen Zutritt zu derselben haben und Bücher entleihen können. Ferner sollten die aus Gesellschaftsmitteln angeschafften Werke zwar von jedermann an Ort und Stelle benützt, aber nur von den Mitgliedern entliehen werden können. Die letztere Bestimmung wurde allerdings schon damals als engherzig angefochten; 1834 ist sie aufgehoben worden, nachdem man sie längst ausser Acht gelassen hatte.

Infolge dieser Vereinbarung wurde die Museumsbibliothek in gewissem Sinne zugleich Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft. Die Verwaltung derselben übernahm gleich bei der Gründung Peter Merian und die Gesellschaft hatte somit von 1821 an neben den in den Statuten vorgesehenen Beamten auch noch inoffiziellerweise einen Bibliothekar. Indem alle Anschaffungen, einerlei aus welcher Quelle sie bestritten wurden, durch die Hand einer einzigen sachkundigen Persönlichkeit gingen, war für eine möglichst nutzbringende Verwendung der disponibeln Mittel aufs beste Sorge getragen. Zur Erwerbung besonders kostspieliger Werke vereinigten Bibliotheksfonds und Gesellschaftskasse gelegentlich ihre Kräfte. Bald flossen auch Geschenke zu, das bedeutendste — 900

Bände — aus der von Daniel Huber legierten Bibliothek, welche die auf der Mücke aufgestellte mathematische, astronomische und physikalische Abteilung noch in viel erheblicherem Masse vervollständigte. Insbesondere sprang aber der Bibliothekar selbst, der sich keine Privatbibliothek hielt, in von Jahrzehnt zu Jahrzehnt zunehmendem Masse, mit seinen eigenen Mitteln ein, wo die anderweitigen nicht zureichten.

Von den zwanziger bis in die siebziger Jahre bilden Diskussionen und Abstimmungen über anzuschaffende Bücher das Praeludium zu den meisten Sitzungen. Des eifrigsten wurden die Antiquariatskataloge und die in früherer Zeit noch wichtigern Gantinventare auf günstige Kaufgelegenheiten durchstöbert. Als in den dreissiger Jahren die Zahl der konkurrierenden Vorschläge sich mehrte, bemühte man sich bestimmte Grundsätze für die Anschaffungen aufzustellen. Fortsetzungen sollten unter allen Umständen den Vorrang haben, englische Werke sollten womöglich in deutscher oder französischer Übersetzung aufgestellt werden, um einem grössern Kreise zugänglich zu sein. In der Frage, ob auch die Bibliothek des botanischen Institutes, welche besondere Hilfsquellen hatte, zu berücksichtigen sei, gingen die Ansichten auseinander; es wurden ihr aber hin und wieder Beiträge zugesprochen, insbesondere an den Ankauf grösserer Werke, deren Kosten ihre sonstigen Mittel nicht gewachsen waren. Wiederholte, ohne Zweifel von Christoph Bernoulli gestellte Anträge, auch das Gebiet der Technologie zu pflegen — wie es übrigens im „Vorschlag" von 1821 vorgesehen war — stiessen bei der Mehrheit der Mitglieder auf beharrlichen Widerstand. In gewisser Hinsicht mag dies zu bedauern sein; die Bibliothek erhielt dadurch einen einseitig rein wissenschaftlichen Stempel; wahrscheinlich war es auch diese ablehnende Haltung der Majorität, welche Chr. Bernoulli — zweifellos eines der hervorragendsten unter den damaligen Mitgliedern — veranlasste sich mehr und mehr aus der Gesellschaft zurückzuziehen. Andererseits hat aber diese Konzentration dazu beigetragen, dass unsere Bibliothek dann während langer Zeit auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften hervorragend gut versehen war. Sie ist dank ihrer Leistungsfähigkeit an dem Aufschwung, den diese Wissenschaften von den dreissiger Jahren an in unserm Lande nahmen, in sehr ehrenvoller Weise beteiligt gewesen; ständig waren Bücher unterwegs nach Zürich, nach Bern, nach Neuenburg usf.; die an Peter Merian gerichteten Briefe der auswärtigen Fachgenossen sind voll von bibliographischen Anliegen. Eduard Desor leitet einmal ein solches Leihbegehren mit den bezeichnenden Worten ein: „Was die heilige Stadt Benares dem frommen Hindu ist, das ist mir, dem

nicht allzufrommen, das gute alte Basel mit seiner alten reichen Bibliothek, seinem Museum und dessen Vorsteher."

Da das naturwissenschaftliche Museum ganz von freiwilligen Kräften besorgt wurde, so musste die Öffnungszeit der Museumsbibliothek etwas knapp bemessen werden; am Anfang war sie nur an einem Wochentage zugänglich, was selbstverständlich seine Nachteile hatte. Um diesem Übelstande in etwas abzuhelfen traf man 1839 ein Abkommen mit der Lesegesellschaft zu gemeinsamer Anschaffung einiger wissenschaftlicher Journale, welche dann in deren Lesesaal, der häufiger geöffnet war, aufgestellt wurden. Dieses Abkommen hat bis in die siebziger Jahre bestanden.

Als 1848 das naturwissenschaftliche Museum in das Gebäude an der Augustinergasse übersiedelte und auch die Universitätsbibliothek dort eine neue Heimstätte bezog, wurde die inzwischen stark angewachsene Museumsbibliothek wieder mit letzterer vereinigt Sie erhielt aber einen besondern Saal im ersten Stock des Martinsgassflügels angewiesen und blieb so in unmittelbarer Verbindung mit den auf demselben Boden untergebrachten naturhistorischen Sammlungen. Die Verwaltung besorgte weiterhin Peter Merian und für die Benützung durch die Mitglieder blieben bis zur Reorganisation der Universität im Jahre 1866 die Bestimmungen von 1821 zu Recht bestehen. Als bei dieser Reorganisation die Bibliotheksverhältnisse im allgemeinen liberaler regliert wurden, erhielten die den Mitgliedern unserer Gesellschaft zustehenden Vorrechte folgende, in einer gedruckten Spezialordnung festgelegte, Formulierung:

„Den Mitgliedern der Naturforschenden Gesellschaft werden in der Benützung der gesammten öffentlichen Bibliothek folgende Begünstigungen eingeräumt:

a) Ausser in den öffentlichen Stunden, täglich von 2—4 Uhr, steht ihnen der Zutritt zur Bibliothek täglich von 11—12 Uhr offen.

b) In den bezeichneten Stunden haben sie das Recht des freien Eintritts in die Büchersäle, können sich Bücher aussuchen und dieselben entweder auf dem Bibliothekslokal selbst benutzen oder gegen Ausstellung eines Scheines an den mit der Kontrolle der Ausleihungen beauftragten Bibliotheksbeamten mit sich nach Hause nehmen.

c) Die Beschränkung des Ausleihens auf eine bestimmte Bändezahl fällt für sie weg.

d) Die Mitglieder der Kommission für das naturwissenschaftliche Museum sowie die Gesellschaftsmitglieder, welche dem Bibliothekar durch den Präsidenten des naturwissenschaftlichen Museums

empfohlen werden, haben das Recht jederzeit die Bibliothek zu besuchen und Bücher von derselben mit fortzunehmen. Sie haben für dieselben in der durch die Bibliotheksordnung vorgeschriebenen Weise Scheine auszustellen, zu welchem Behufe an einem bestimmten Platze der Bibliothek stets eine gehörige Anzahl von Formularen aufliegen wird." —

Bis 1835 hat die Gesellschaft was von ihrer Jahreseinnahme nach Abzug der Betriebspesen und der gelegentlichen Gaben an die Sammlungen übrig blieb ausschliesslich auf die Anschaffung und auf das Einbinden von Büchern verwendet. Von da an nahm der Druck eines Vereinsorganes einen Teil der disponibeln Mittel in Anspruch, der nach und nach der grössere Teil wurde. Aber auch so verwendet kamen die Mitgliederbeiträge der Bibliothek zugute, indem die Gesellschaft gegen ihre Zeitschrift eine stetsfort wachsende Zahl von andern Publikationen eintauschte. Schon in den fünfziger und sechziger Jahren war der auf diesem Umwege erzielte Zuwachs der Bibliothek wohl der bedeutendere und wertvollere und seitdem hat sich das Verhältniss immer mehr verschoben.

Je mehr der Tauschverkehr wuchs, desto grösser wurden selbstverständlich die Auslagen für Einbände und das Steigen des Buchbindertarifs hat dann auch noch das seinige dazu beigetragen diesen Ausgabenposten in die Höhe zu treiben. So musste sich die Gesellschaft allmählig, trotz dem Wachstum der Mitgliederzahl, in den Bücheranschaffungen einschränken. Von der Erwerbung von Einzelwerken wurde mehr und mehr abgesehen und um die Wende von den siebziger zu den achtziger Jahren konnten nur noch eine Anzahl Zeitschriften weitergeführt werden.

Die Naturwissenschaftliche Bibliothek hing in ihrem ganzen Betrieb in so mannigfacher Weise von der Person Peter Merians ab, dass sie bei dessen Tode im Februar 1883 in eine äusserst kritische Situation gerieht, welche nur durch sehr energische Massnahmen überwunden werden konnte.

Rasch und befriedigend wurde zunächst für eine geregelte Fortführung der Verwaltung gesorgt, welche der Verstorbene, mit Einschluss der Katalogisierung, während 62 Jahren auf das pünktlichste besorgt hatte; in der Sitzung vom 7. März anerbot sich der Oberbibliothekar Dr. L. Sieber diese Verrichtungen zu übernehmen, was von der Gesellschaft freudig begrüsst wurde.

Um auch die beträchtlichen Beiträge Peter Merians an die Aeuffnung der Bibliothek zu perpetuieren, legten in den folgenden Monaten 272 seiner Verehrer einen Fonds von 56,000 Franken zusammen, der den Namen Peter Merian-Stiftung erhielt; nach der

Stiftungsurkunde sind die Zinsen dieses Kapitals zur Anschaffung von Büchern aus den von Merian mit besonderer Neigung gepflegten Gebieten der Naturgeschichte, der Physik und Chemie, der Mathemathik und Astronomie zu verwenden.

Am schwierigsten hielt es den Verstorbenen als Leiter des Tauschverkehrs und der Ankäufe zu ersetzen. Da er die Bibliothek aus einem bescheidenen Grundstock hatte heranwachsen sehen und ein ausgezeichnetes Gedächtnis besass, kannte er sie bis ins einzelste; eine umfassende wissenschaftliche Bildung und ein sicherer Blick für das wichtige befähigten ihn zu einer möglichst rationellen Verwendung der Mittel. Wer die Bibliothek viel benützt, wird öfters bemerken, dass die Fürsorge in dieser Hinsicht seit 1883 nicht mehr die gleiche gewesen ist wie vorher.

Als Ende der achtziger Jahre Misstände im Tauschverkehr bemerklich wurden, anerbot sich der damalige Vizesekretär Georg Kahlbaum, demselben seine Aufmerksamkeit zu widmen. Die Umwandlung der Stelle eines Vizesekretärs, der keine regulären Funktionen hatte, in diejenige eines Bibliothekars ist dann durch die Statuten von 1894 offiziell bestätigt worden.

Kurz nach dem Tode Peter Merians, 1884, sah sich die Gesellschaft, wie unten noch näher zu berichten sein wird, genötigt, ihr Vereinsorgan auf einen andern Fuss zu stellen, was zur Folge hatte, dass für diesen Zweck breitere Mittel als bisher flüssig gemacht werden mussten. Nachdem man die Opferwilligkeit der Mitglieder soeben für die Peter Merianstiftung in Anspruch genommen hatte, konnte man ihnen nicht auch noch vermehrte Leistungen an die Gesellschaftskasse zumuten. Man wandte sich daher an die Bibliothekskommission, der die Verfügung über die Mittel dieser Stiftung zusteht, mit dem Gesuche, sie möchte die von der Gesellschaft gehaltenen Zeitschriften auf Rechnung derselben übernehmen und fand auch sofort das gehoffte Entgegenkommen. Von 1884 bis 1886 wurde die Mehrzahl der Abonnemente abgelöst, sodass sich von da an unsere jährlichen Auslagen für Ankäufe nur noch in Beträgen unter 200 Fr. bewegen.

Diese Massnahme verschaffte der Gesellschaft die Bewegungsfreiheit, der sie im damaligen Moment dringend bedurfte. Sie war aber ein Notbehelf und hatte auch weniger erfreuliche Nachwirkungen. Die Peter Merianstiftung war nach dem ausdrücklichen Wortlaut der Stiftungsurkunde zusammengelegt worden, um der Bibliothek zu einem Ersatz für die persönlichen Beiträge Peter Merians zu verhelfen, nicht um die Naturforschende Gesellschaft von ihren bisherigen Leistungen zu entlasten. Dass die, für die Naturwissenschaften disponibeln, Mittel der Universitätsbibliothek

in neurer Zeit allzusehr durch Abonnemente auf Periodica festgelegt waren und zur Anschaffung mancher wichtigen Einzelwerke, zumal im Gebiet der Museumslitteratur, nicht hinreichten, ist zu einem guten Teil eine Folge der Ablösung von 1884.

Im Jahre 1892 führte die Universitätsbibliothek eine neue Ordnung ein, durch welche die Vergünstigung der längern Oeffnungszeit, die bisher nur den Mitgliedern unserer Gesellschaft und andern Bevorzugten zugestanden war, auf alle Benützer ausgedehnt wurde. Bei diesem Anlass gelangte die Bibliothekskommission mit dem Vorschlage an die Gesellschaft, die Abmachungen von 1867 „in Anbetracht der vielfach veränderten persönlichen Verhältnisse“ ausser Kraft zu erklären. Da sie gleichzeitig die Versicherung abgab, der Oberbibliothekar werde allen berechtigten, von seiten unserer Mitglieder an ihn gerichteten Wünschen, insbesondere in bezug auf Zutritt zu den Büchersälen und in bezug auf die Zahl der gleichzeitig zu entleihenden Bücher, Rechnung tragen, glaubte sich die Gesellschaft dem Vorschlage nicht widersetzen zu sollen (2. November 1892). Seitdem haben die Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft keine Vorrechte vor andern Benutzern der Bibliothek mehr; sie können aber beim Oberbibliothekar dieselben Vergünstigungen nachsuchen, welche ihnen früher von Vertragswegen zustanden.

Im Herbst 1896 wurde die naturwissenschaftliche Bibliothek aus der Verbindung, in der sie seit 75 Jahren mit den Museumssammlungen gestanden hatte, losgelöst und mit den übrigen Bücherbeständen in das neue Bibliotheksgebäude beim Spalentor übergesiedelt.

Bald nachher übernahm Bibliothekar Prof. G. Binz, der seit 1891 mit der Besorgung derselben betraut war, auch die Korrespondenz in Sachen des Tauschverkehrs, da Prof. Kahlbaum, seitdem er seinen Wohnsitz ausserhalb der Stadt genommen hatte, diesen Besorgungen nicht mehr mit der früheren Regelmässigkeit obliegen konnte. Der Gesellschaftsbibliothekar hatte von da an nur noch eine beaufsichtigende und beratende Funktion und da es überflüssig erschien hiefür einen besondern Beamten zu bestellen, wurde das Amt nach Kahlbaums Tode, 1905, nicht wieder besetzt; in den Statuten von 1908 ist es offiziell kassiert worden. Die Oberleitung des Tauschverkehrs besorgt seitdem der Sekretär. An die Stelle von Prof. Binz trat bei seinem Austritt aus der Bibliotheksverwaltung Prof. J. Schneider. Seit 1902 wird auch die Versendung der „Verhandlungen“ an die Tauschgesellschaften durch die Universitätsbibliothek besorgt.

Die Bücherankäufe bewegten sich seit 1894 nur noch in Summen unter 100 Fr.; allein die Buchbinderrechnungen zeigten eine ständig wachsende Tendenz. Aus Rücksicht auf die Finanzierung der Verhandlungen sah sich die Gesellschaft 1911 genötigt diesen Strom einzudämmen, indem sie die jährlichen Leistungen an die Universitätsbibliothek auf die runde Summe von 900 Fr. normierte, was freilich zur Folge hatte, dass gewisse selten benutzte Periodica, die wir in Tausch erhalten, fortan nicht mehr gebunden werden konnten. Es werden seitdem durchschnittlich 740 Fr. auf Einbände und 160 Fr. auf den Tauschverkehr verwendet.

Diese Auslagen für Einbände bilden eine drückende und, seitdem die Gesellschaft ihre Bibliothek der Oeffentlichkeit unter Verzicht auf alle Vorrechte zur Verfügung stellt, eine ungerechtfertigte Belastung unseres Budgets. Schon bei den Verhandlungen von 1892 hatte es Rütimeyer als eine Forderung der Billigkeit bezeichnet, dass sie in Zukunft von der Universitätsbibliothek, d. h. vom Staate übernommen werden und der bestimmten Erwartung Ausdruck gegeben, dass diese „einzig rationelle Lösung“ sich bei der Reorganisation der Bibliotheksverhältnisse nach dem Bezug des neuen Gebäudes verwirklichen lasse. Allein die Mittel der Universitätsbibliothek waren schon damals den Anforderungen, die an sie gestellt werden, nicht gewachsen und sind es heute noch weniger, sodass geringe Hoffnung besteht, die Bibliotheksverwaltung in absehbarer Zeit für diesen Plan gewinnen zu können. Noch viel weniger dürfen wir an eine so beneidenswerte Einrichtung denken, wie sie in unserer Schwesterstadt Genf besteht. Seit 1829 tritt die dortige Société de Physique die Bücher, welche sie in Tausch gegen ihre Publikationen erhält, der Bibliothèque publique — selbstverständlich ungebunden — ab und erhält dafür einen Entgelt, der sich anfangs auf 400 Fr. belief, 1854 auf 1000 Fr. und im folgenden Jahre auf 1200 Fr. erhöht wurde.[88])

Die direkten Auslagen der Gesellschaft für die naturwissenschaftliche Bibliothek ergeben sich aus unsern Kassaakten in runden Zahlen wie folgt:

Ankäufe (1817—1911)	Fr. 38,500
Einbände (1817—1916)	„ 28,000
Besorgung (1886—1911)	„ 800
	Fr. 67,300

wobei die bis 1851 giltige alte in neue Währung umgerechnet ist.

Geschenke sind der Bibliothek in früherer Zeit in grösserer Zahl zugegangen als heute, namentlich auch von Seiten der auswärtigen Mitglieder. Zu Peter Merians Zeiten wurden sie in den

Geschenklisten des Naturhistorischen Museums aufgeführt; das letzte Verzeichnis dieser Art stammt aus dem Jahre 1877. Seither sind keine solche Zusammenstellungen mehr publiziert worden.

Peter Merian hat auch von Zeit zu Zeit statistische Angaben über den Gesamtbestand der Museumsbibliothek und ihrer einzelnen Abteilungen veröffentlicht. Aus diesen ergibt sich, dass sich die Gesammtzahl der Bände, die im Jahre 1821, wie oben bemerkt, ca. 1500 betrug, 1835 auf 3850, 1854 auf 5600 und 1873 auf 11,750 belief. Nicht inbegriffen sind in diesen Zahlen die Abteilungen für Physik, Chemie und Gewerbskunde, für Astronomie und für Mathematik, die in dem letztgenannten Jahre zusammen 10,300 Bände umfassten, sowie die Abteilung „Akademische Gelegenheitsschriften“, die damals etwas über 2000 Bände stark war. Seit 1873 sind keine solche Zählungen mehr vorgenommen worden.[89])

Ein Verzeichnis der mit der Gesellschaft in Tauschverkehr stehenden auswärtigen Gesellschaften und Institute ist zum ersten Male in der Festschrift zum 50jährigen Jubiläum veröffentlicht worden: weitere finden sich von 1885 an in etwas unregelmässigen Abständen in den Verhandlungen[90]); für die Zeit vor 1867 und für die Jahre zwischen 1867 und 1885 lässt sich die approximative Zahl der Tauschinstanzen den Geschenklisten entnehmen, welche auch die in Tausch erhaltenen Schriften aufführen. Aus diesen Quellen ergeben sich folgende, das allmählige Wachstum unseres Tauschverkehrs illustrierende Zahlen:

1851:	24	1877:	160
1854:	39	1885:	230
1856:	44	1893:	269
1858:	67	1900:	301
1862:	81	1911:	408
1867:	123	1917:	400

Da uns diverse Gesellschaften und Institute mehrere Publikationen zusenden, beläuft sich die Zahl der Zeitschriften, die wir gegenwärtig auf dem Tauschwege erhalten, auf nahezu 500.

Das diesem Rückblick als Beilage 6 beigegebene Verzeichnis ist vollständiger gehalten als die früheren, indem es nicht blos die Namen der Tauschgesellschaften, sondern auch die Titel der Publikationen, welche sie uns zusenden, aufführt und, soweit dies ohne Weitläufigkeit möglich ist, den Grad der Vollständigkeit, in welchem wir diese Publikationen besitzen, angibt. Es soll nicht bloss wie jene einen Ueberblick über die Ausdehnung unseres Tauschverkehrs gewähren, sondern auch dem Benutzer der Bibliothek einige Dienste leisten.[91])

Mit grösster Konsequenz hat die Gesellschaft während der hundert Jahre ihres Bestehens alle Ausgaben, welche nicht unter die vier Gesichtspunkte Betrieb, Bibliothek, Vereinsorgan, Naturhistorische Sammlungen fallen, vermieden. Insbesondere wurde die Beteiligung an den immer zahlreicher werdenden Kollekten für Denkmäler, zu gründende Institute, Expeditionen usf. von jeher „in das Ermessen der Mitglieder gestellt.“ Die Zeichnungslisten, welche wir bei solchen Anlässen zirkulieren lassen, haben öfters schöne Summen ergeben, zumal wenn es sich um vaterländische Unternehmungen handelte, wie 1868 die Konservierung erratischer Blöcke im Kanton Bern, 1880 den Bau einer meteorologischen Station auf dem Säntis, 1885 die Errichtung eines Oswald Heer-Denkmals, 1911 die Ausrüstung der schweizerischen Grönlandexpedition.

Erst in neuester Zeit hat sich die Gesellschaft eine einzige kleine Abweichung von dieser Konzentrationspraxis erlaubt. Als am 1. November 1911 der schweizerische Bund für Naturschutz um ihre Hilfe nachsuchte, bewilligte sie ihm einen bescheidenen Jahresbeitrag von 50 Fr., um einem so verdienstlichen Werke wenigstens ihre Sympathie kundzugeben und dadurch ihre moralische Unterstützung zu Teil werden zu lassen.

IV. Ziegler'sche Kartensammlung.[92])

Im Jahre 1879 fiel unserer Gesellschaft eine neue und sehr erfreuliche Aufgabe zu, indem sie, wie oben schon kurz erwähnt, Besitzerin der Zieglerischen Kartensammlung wurde, unter der Bedingung, sich der Pflege und des Ausbaues derselben anzunehmen.

Der Stifter dieses wertvollen Besitzes, Jacob Melchior Ziegler, geboren 1801, entstammte einer begüterten Winterthurer Familie. Er studierte in Genf und Paris Mathematik und Naturwissenschaften und war dann in seiner Vaterstadt tätig, zunächst als Lehrer der genannten Fächer, später als Forstinspektor. Seine eigentliche Lebensrichtung brachte ihm aber erst das Jahr 1842, in welchem er mit seinem früheren Forstadjunkten, dem Geometer Johann Ulrich Wurster, die bekannte kartographische Firma Wurster & Cie. gründete, welche, unter anderen Namen, heute noch floriert. Während dreissig Jahren hat die Oberleitung dieses



J. M. ZIEGLER
1801—1883

erfolgreichen Unternehmens in Zieglers Händen gelegen. Er kam bald in Verkehr mit allen hervorragenden Geographen seiner Zeit, insbesondre auch mit dem von ihm hochverehrten Carl Ritter und trug, nach dem Zeugnis kompetenter Beurteiler, durch seine eigenen Leistungen wesentliches zu dem guten Rufe bei, den sich die Schweiz im abgelaufenen Jahrhundert auf dem Gebiete der Kartographie erworben hat. Herr Prof. G. Braun, Ordinarius der Geographie an unserer Hochschule, teilt mir freundlichst über die wissenschaftliche Bedeutung Zieglers folgendes mit: „Zieglers Verdienste auf dem Gebiete der Kartographie liegen in der Herausgabe eines „Hydrometrischen Atlas“ (Berlin 1851; 2. Aufl. Winterthur 1864), der zahlreiche treffliche Höhenschichtenkarten aller Erdteile und einiger Teile von Mitteleuropa enthält; ferner in der Herausgabe von Kartennetzen für Schülerzeichnungen (1857!) und vor allem in der engen Verknüpfung von Morphologie und Geologie und der Darstellung der Geländeformen auf Karten. (Vergl. sein Werk: Ueber das Verhältnis der Topographie zur Geologie. Text zur topographischen Karte von Engadin und Bernina. 2 Aufl. Zürich 1876). Seine Terrainbilder auf den Kantonskarten (St. Gallen-Appenzell 1:25000 in Schratten, 1849—1852; Glarus 2 Bl. 1:50000, 1861; Unter-Engadin 2 Bl. 1:50000, 1867; Ober-Engadin 4 Bl. 1:50000, 1873) bestechen daher noch heute durch ihre Klarheit und leichte Ausdeutbarkeit. Sein grösstes literarisches Unternehmen freilich (Ein geographischer Text zur geologischen Karte der Erde. Mit Atlas. Basel 1883) ist wohl in der Konzeption Suess's Antlitz der Erde“ gleichzustellen, doch fehlten Vorbildung und Kraft zur gleichartigen geschlossenen Durchführung des Gedankens, so dass es neben Suess's Meisterwerk (erster Band ebenfalls 1883) bald in Vergessenheit geriet. Immerhin verdient es angemerkt zu werden, dass schon damals ein Geograph dem Antlitz der Erde nachzuspüren unternahm.“

Am Abend seines Lebens, 1878, gab Ziegler aus Gesundheitsrücksichten seinen Wohnsitz in Winterthur auf und liess sich hier in Basel nieder, wo er alte Freunde besass und sofort in unserer Gesellschaft, die ihn 1873 zum korrespondierenden Mitgliede ernannt hatte, heimisch wurde. Er brachte die grosse Kartensammlung, die er sich während seiner langen Laufbahn angelegt hatte, mit und quartierte sie auf der Universitätsbibliothek ein; zunächst als Depositum, aber mit der Andeutung, er wäre nicht abgeneigt, das Depositum in eine Schenkung zu verwandeln, wenn sich im hiesigen Publikum einiges Interesse für Geographie kundgeben und durch Beschaffung der Mittel zu einer würdigen Unterbringung und Weiterentwicklung der Sammlung betätigen sollte.

Unsere Universitätsbibliothek besass damals wohl eine ansehnliche, von Peter Merian angelegte, Sammlung geologischer Karten und eine grössere Zahl älterer Kartenwerke; unter ihren Beständen befanden sich namentlich auch allerlei historische Raritäten; allein dem weiten Gebiete der modernen geographischen und topographischen Kartographie eine besondre Aufmerksamkeit zu schenken, gestatteten ihr ihre mässigen und von vielen Seiten in Anspruch genommenen Mittel nicht. Das hochherzige Anerbieten von Dr. Ziegler, diese Lücken auszufüllen, wurde daher freudig begrüsst und die damaligen Spitzen unserer Gesellschaft Peter Merian, Rütimeyer, Fritz Burckhardt, Eduard Hagenbach, sowie der Oberbibliothekar Ludwig Sieber, waren sofort darüber einig, dass irgendwie Mittel und Wege gefunden werden müssten, um den von Dr. Ziegler an die Schenkung geknüpften Bedingungen zu genügen.

Nachdem die Angelegenheit im Schosse der Gesellschaft (29. Mai und 10 Juli 1878) erörtert und insbesondre von einer ad hoc ernannten dreigliedrigen Kommission unter dem Vorsitz von Fritz Burckhardt noch näher geprüft worden war, wurde im Juni 1879 ein von Rütimeyer verfasstes Zirkular verbreitet, welches die Absichten Dr. Zieglers zur Kenntnis des Publikums brachte und zur Gründung eines Vereins, der die Mittel zum weitern Ausbau der Sammlung spenden sollte, einlud. Der Jahresbeitrag wurde auf 5 Franken im Minimum festgesetzt. Als Initianten zeichneten neben den oben genannten Mitgliedern der Naturforschenden Gesellschaft auch einige Vertreter der Offiziersgesellschaft, des Alpenclubs und der historischen Gesellschaft.

Das Zirkular hatte einen sehr befriedigenden Erfolg. Fünfundachtzig Interessenten meldeten sich als Mitglieder des neuen Vereins an und sicherten Jahresbeiträge im Gesamtbetrag von 776 Fr. zu; ausserdem gingen 400 Fr. an einmaligen Spenden ein. In der Sitzung vom 3. Dezember 1879 machte F. Burckhardt unserer Gesellschaft von diesem Ergebnis Mitteilung; zugleich konnte er eröffnen, dass inzwischen Dr. Ziegler mit Schreiben vom 10. November seine Sammlung der Basler Naturforschenden Gesellschaft zum Geschenk gemacht habe mit der Bestimmung, dass sie, falls diese sich auflösen würde, in das Eigentum der Universitätsbibliothek übergehen solle. Die Gesellschaft erhob sich zu Ehren des abwesenden Stifters von den Sitzen und liess ihm dann noch durch eine Delegation eine Dankadresse überreichen. Kurz darauf, am 11. Februar 1880 wurde eine permanente Spezialkommission zur Besorgung der Sammlung bestellt aus den Herrn Prof. Fritz Burckhardt als Präsident, Dr. Ziegler, Prof. Rütimeyer, Dr. L. Sieber, Dr. Emil Burckhardt und Dr. Rudolf Hotz als Aktuar.

Seit dem Winter 1879—80 bestanden also zwei Instanzen, welche sich der Zieglerschen Kartensammlung annahmen: ein finanzielle Mittel spendender Verein und eine verwaltende Spezialkommission der Naturforschenden Gesellschaft. —

Der „Verein zur Förderung geographischer Studien“, abgekürzt „Kartenverein“ genannt, hat von jeher ein sehr stilles Dasein geführt und trägt den Titel eines Vereines eigentlich zu Unrecht. Versammelt hat er sich nie, ebensowenig hat er jemals irgend eine Art von Organisation besessen. „Wir gedenken weder eine geographische Gesellschaft, noch einen Verein mit speziellem Programm zu gründen“, heisst es in dem Zirkular von 1879, „an solche Titel und Formen knüpfen sich leicht Verbindlichkeiten von einer Tragweite, welcher wir unsere Verhältnisse noch nicht gewachsen glauben.“ Bis auf den heutigen Tag ist das einzige Band, welches den Kartenverein zusammenhält, die Mitgliederliste, nach welcher alljährlich im Frühjahr die Beiträge eingezogen werden.

Von 1879 bis 1912 ist der Mitgliederbestand des Kartenvereins, hauptsächlich infolge von Todesfällen, fast von Jahr zu Jahr zurückgegangen; die Summe der Jahresbeiträge hat sich infolgedessen während dieser Periode von 776 auf 135 Fr. vermindert. Erst in allerjüngster Zeit macht sich eine Wendung zum Besseren geltend. Zum Glück hat die Sammlung dieses Abflauen des Interesses nicht allzusehr zu spüren bekommen, da vorsorglicherweise während der guten Jahre ein Kapital geäuffnet worden ist. Dieses beläuft sich gegenwärtig auf rund 18,500 Fr., wovon 15,000 fest angelegt sind. Entstanden ist es zum grössern Teil dadurch, dass jahrelang ein Teil der Jahresbeiträge zurückgelegt wurde; ausserdem sind ihm die erwähnten einmaligen Spenden bei der Gründung, ein Legat von Herrn G. Fürstenberger-Vischer im Betrag von 5000 Fr. und ein Geschenk eines ungenannten Gönners im Betrag von 500 Fr. zugeflossen und endlich hat ihm Dr. Ziegler den buchhändlerischen Ertrag seiner letzten, hier in Basel unter dem Titel „Ein geographischer Text zur geologischen Karte der Erde“ erschienenen Werkes, zugewiesen, der sich schliesslich auf rund 1900 Fr. gestellt hat. Was das Eigentumsrecht an diesen Mitteln anbelangt, so ist das Zirkular von Juni 1879 massgebend, demzufolge sie den Charakter einer Stiftung zu gunsten der, der Naturforschenden Gesellschaft gehörigen, Ziegler'schen Sammlung haben.

Die „Kartenkommission“ der Naturforschenden Gesellschaft ist in ihrer Verwaltungstätigkeit von jeher durch die Bibliotheksverwaltung, deren Obhut die Sammlung anvertraut ist, unterstützt worden; gleich von Anbeginn hat diese die Rechnungsführung und damit auch das alljährliche Einziehen der Bei-

träge übernommen. Ueber die Verwendung der disponibeln Mittel verständigten sich beide Instanzen und die beschlossenen Ankäufe wurden von der Bibliotheksverwaltung besorgt. Später konnte der letzteren auch die Katalogisierungsarbeit übertragen werden und die Kommission trat von da an in die Rolle eines Aufsichtsorganes zurück. Während der ganzen Zeit ihres Bestehens ist die Kommission von Prof. Fritz Burckhardt präsidiert worden. In dreiunddreissig Jahresberichten hat er über Pflege und Vermehrung der Sammlung sowie über die Kasse des Kartenvereins Rechenschaft abgelegt. Diese Berichte waren sowohl an die Naturforschende Gesellschaft als an den Kartenverein gerichtet; sie wurden in den Verhandlungen der ersteren abgedruckt und den Mitgliedern der letztern im Separatabzuge zugestellt. —

Als die Sammlung 1879 in den Besitz der Gesellschaft überging, bestand sie aus 3407 Blättern (s. erster Bericht, Verhandlungen VII p. 244). Bis Ende 1916 ist sie durch Ankäufe aus den Spenden des Kartenvereins und durch zahlreiche Geschenke, welche in den Jahresberichten aufgeführt sind, auf 8426 Blätter angewachsen. Ausserdem ist sie nun aber dadurch noch in sehr nambaftem Masse erweitert worden, dass — wie dies schon im Zirkular von 1879 vorgesehen war — verschiedene andre, in öffentlichem oder Korporationsbesitz befindliche, Kartensammlungen in sie eingeordnet wurden; so die Bestände der Universitätsbibliothek, die Karten und Pläne der bei dieser deponierten Bibliotheken unserer eigenen und der historisch-antiquarischen Gesellschaft, der Offiziersgesellschaft, die Schweizerkarten der zur ehemaligen Antistialbibliothek gehörigen Falkeisenbibliothek. Bei der Einordnung aller dieser Bestände wurde durch Stempelung oder anderen Vermerk dafür gesorgt, dass das Eigentumsverhältnis kenntlich blieb. Die Zahl der Blätter, welche Ende 1916 der Ziegler'schen Kartensammlung angegliedert waren, ohne integrierender Bestandteil derselben zu sein, beläuft sich auf 6572, sodass die Gesamtsumme der zusammengeordneten Karten auf den genannten Zeitpunkt rund 15 000 Blätter betrug.

Die aus den Mitteln des Kartenvereins während der abgelaufenen 37 Jahre bestrittenen Auslagen für die Sammlung belaufen sich auf 17 400 Fr. —

Die Sammlung war anfangs, wie bemerkt, so gut es eben ging im Museum, in einem der unheizbaren Bibliothekssäle untergebracht. Im Jahre 1890 wurde sie, infolge Platzmangels, aus der Bibliothek in ein Dependenzgebäude der Lesegesellschaft (dasselbe, welches einige Jahre später das geologische Institut aufnahm) ausquartiert. Hier konnte sie sich etwas bequemer einrichten. Es wurden vier,

dem besondern Zwecke angepasste Schränke und das sonstige wünschenswerte Mobiliar angeschafft. Ferner wurde eine bestimmte Benützungszeit, Samstags 2 bis 4 Uhr, angeordnet, während welcher sich der Kommissionspräsident, später der Leiter oder ein anderer Beamter der Universitätsbibliothek, den Interessenten zur Verfügung stellte. Nach den Berichten zu schliessen, scheint aber diese Einrichtung keinen grossen Zuspruch gefunden zu haben. Einen bedeutenden Fortschritt brachte 1896 der Umzug der Universitätsbibliothek in ihr neues Gebäude. Hier erhielt die Kartensammlung ein eigenes helles Zimmer mit grossen, zum Ausbreiten der Karten geeigneten Tischen und allem übrigen Konfort angewiesen. Leider ist diese Vergünstigung dann aber im Jahre 1906 dadurch grossenteils wieder rückgängig gemacht worden, dass das nämliche Lokal von der Bibliothekskommission, auf Wunsch des Erziehungsdepartements, dem historischen Seminar zur Verfügung gestellt wurde. —

Gleich nach dem Uebergang der Sammlung in den Besitz der Gesellschaft beschäftigten sich der Präsident der Kommission und der Aktuar, Dr. Rudolf Hotz, eifrig mit der Ordnung und Katalogisierung derselben. Es wurde zu diesem Zweck ein „Appareil catalogue, système Bonnange" angeschafft. Der vierte Bericht, 1882, meldet, es sei nunmehr, dank den Bemühungen des Aktuars, etwa die Hälfte des Bestandes katalogisiert. Dann trat auf längere Jahre ein Stillstand ein, weil Dr. Hotz nicht mehr Zeit fand, das Begonnene weiter zu fördern. Im Jahre 1895 konnte der Sammlung ein Teil der erwähnten anderweitigen Bestände angegliedert und dank der freundlichen Beihilfe von Dr. August Burckhardt mit der Neuordnung der Schweizerkarten begonnen werden. Nach dem Umzug in das neue Gebäude nahm die rationelle Einordnung der verschiedenartigen Bestände mehrere Jahre in Anspruch. 1900 wurde auch die dringendste Katalogarbeit, die Aufnahme der Schweizerkarten durch die Organe der Universitätsbibliothek in Angriff genommen. Zunächst war Dr. Hans Barth mit dieser Aufgabe betraut; nach dessen Weggang, 1902, wurde sie durch den Oberbibliothekar Dr. C. Chr. Bernoulli in der Hauptsache erledigt. Die Grundzüge, nach welchen bei der Inventarisierung der Schweizerkarten verfahren wurde, sind im vierundzwanzigsten Bericht (Verhandlungen XV p. 195) mitgeteilt worden. Rechtfertigte es sich, bei den Karten unseres Landes auch das geringste Detail zu berücksichtigen, so musste bei der Aufnahme der übrigen Bestände davon Umgang genommen werden, wollte man überhaupt in absehbarer Zeit einen Gesamtkatalog der Karten zustande bringen. 1912 wurde ein solcher, nach einfacherem Prinzip

und in Bandform von Dr. Bernoulli begonnen und von 1915 bis Frühjahr 1917 hat Frl. Marie Spiess denselben zu Ende geführt. Er besteht nun aus sieben Foliobänden, in denen dem kommenden Zuwachs Rechnung getragen ist, und umfasst in systematischer Anordnung das gesamte Material, das im Kartenraum untergebracht ist. Eine Arbeit, die künftigen Jahren vorbehalten bleibt, ist die Aufnahme der in der Universitätsbibliothek ausserhalb des Kartenraumes befindlichen Karten. Bereits sind diejenigen der Vaterländischen Bibliothek verzeichnet; später sollen noch die in der geographischen Abteilung der Universitätsbibliothek enthaltenen Bestände (gebundene grosse Kartenwerke) eingetragen werden.

In den ersten Jahren ihres Bestehens hat sich die Kartenkommission nicht auf Mehrung, Ordnung und Katalogisierung der Sammlung beschränkt, sondern ihr Programm noch weiter gefasst. In zwei als separate Broschüren gedruckten „Sendschreiben an Herrn Prof. Fr. Burckhardt“ (datiert August 1880 und August 1881) hatte Dr. Ziegler mit vieler Wärme empfohlen, es möchte auch darauf Bedacht genommen werden, im Publikum das Interesse für Geographie zu wecken und wachzuhalten durch periodische oder gelegentliche Schaustellungen von Karten und andere Veranstaltungen. Diesem Wunsche des Stifters bemühte man sich redlich Rechnung zu tragen. Gleich 1881 wurde ein Abkommen mit der Lesegesellschaft getroffen, wonach dieselbe Wandflächen und geeignete Rahmen zur Schaustellung von Kartenblättern, die zum Verständnis der jeweiligen Tagesereignisse dienen konnten, zur Verfügung stellte. Die Einrichtung scheint eine Zeitlang Anklang gefunden zu haben, dann aber, um 1885, infolge Mangels an Teilnahme ausser Gebrauch gekommen zu sein. Später wurden noch einige Male temporäre Ausstellungen veranstaltet, so 1889 eine solche von Neuerwerbungen; aber die Erfolge dieser Bemühungen munterten offenbar nicht zu Wiederholungen auf. Um das Interesse wenigstens unter den Mitgliedern des Kartenvereins und der Naturforschenden Gesellschaft rege zu halten, wurden in den folgenden Jahren dem trockenen Jahresbericht gelegentlich wissenschaftliche Beilagen beigedruckt: 1894 eine Studie von R. Hotz über die auf der Bibliothek aufgefundene Karte der Bodenseegegend von Achilles Gasser, einem Korrespondenten Sebastian Münsters; 1905 eine solche von F. Burckhardt über Daniel Hubers Karte des Birsecks und eine Arbeit von Dr. C. Chr. Bernoulli über einen Kartenincunabelnband der öffentlichen Bibliothek. —

Als Prof. Fritz Burckhardt, der von Anfang an die Seele der Kartenkommission gewesen war und der sich im Verlauf der Jahre eigentlich allein noch Hand in Hand mit der Bibliotheksverwaltung

der Sammlung angenommen hatte, im Frühjahr 1913 starb, beschloss die Gesellschaft in Würdigung der veränderten Verhältnisse, die Kommission, in der inzwischen Dr. Sieber († 1891) und Prof. Rütimeyer († 1895) durch Dr. C. Chr. Bernoulli und Dr. Paul Sarasin ersetzt worden waren, aufzuheben und ihre Funktionen und Kompetenzen auf den Vorstand zu übertragen. Dieser delegierte dann den Sekretär zur Besorgung der laufenden Geschäfte. Seitdem wird der traditionelle Jahresbericht vom Sekretär im Namen des Vorstandes erstattet.

Im Jahre zuvor, 1912, war das längst erörterte Projekt, an unserer Hochschule einen Lehrstuhl und ein Institut für Geographie zu errichten, endlich verwirklicht worden. Dieses Ereignis konnte nicht ohne Rückwirkung auf die Verwaltung der Kartensammlung bleiben. Es musste darauf Bedacht genommen werden, der neuen Anstalt die Hebung und Verwertung der während Jahrzehnten gehegten und gemehrten Schätze zu erleichtern. In dieser Absicht wurde, wie wir bereits gesehen haben, in den folgenden Jahren die Katalogisierung tunlichst beschleunigt. Vor allem aber glaubte die Gesellschaft, nunmehr das verehrliche Erziehungsdepartement dringend um die Restituierung des Kartenzimmers an seine ursprüngliche Bestimmung ersuchen zu sollen. Einer ersten Eingabe vom Mai 1913 konnte das Departement nicht entsprechen, da sich damals keine andere geeignete Unterkunft für das historische Seminar finden liess. Als dann aber im Sommer 1916 nach der Eröffnung der neuen Frauenarbeitsschule das Eckhaus Martinsgasse-Staffelberg für Universitätszwecke disponibel geworden war, erhielten wir auf ein zweites Gesuch am 8. Mai 1916 die formelle Zusicherung, dass, sobald die erforderlichen baulichen Veränderungen erledigt seien, das Seminar dorthin verlegt werde. Wir haben daher begründete Hoffnung, dass uns das Jubiläumsjahr die Erfüllung dieses Wunsches bringen werde.

Erst nach dem Wegzug des Seminars kann die zweckmässige Aufstellung, wie sie beim Bezug des Gebäudes geplant war, durchgeführt werden. Dann wird es auch möglich sein, zu gewissen Zeiten die Karten im Lokal selbst einzusehen, was bisher ausgeschlossen war. Das jedoch ist klar, dass die Oeffnungszeiten des Kartenraumes beschränkt sein müssen, denn einen mit der Kartensammlung vertrauten ständigen Aufsichtsbeamten wird die Bibliotheksverwaltung nicht zur Verfügung stellen können.

In allerjüngster Zeit ist auch den Lieblingsideen Dr. Zieglers wieder Rechnung getragen worden. In der Sitzung vom 21. Februar 1917, die im Lesezimmer der Universitätsbibliothek abgehalten wurde, hielt Herr Prof. G. Braun einen Vortrag über die Ziegler-

sche Sammlung und illustrierte denselben durch eine instruktive Schaustellung von Kartenblättern, welche dann auch noch an zwei folgenden Tagen den Interessenten zugänglich blieb und eine stattliche Zahl von Besuchern anzog. Bei diesem Anlass hat der Kartenverein eine Reihe neuer Mitglieder gewonnen.

V. Publikationen.

In den ersten Jahren ihres Bestehens war unsere Gesellschaft froh, wenn sie ihre Sitzungen einigermassen in Gang zu erhalten vermochte, die Verpflichtung, eine Zeitschrift zu alimentieren, konnte sie sich nicht aufladen. Der Gedanke, der Oeffentlichkeit Rechenschaft von ihren Leistungen abzulegen, scheint aber schon bald nach der Gründung erörtert worden zu sein, denn bereits im Vorschlag von 1821 ist, wie oben erwähnt, von einer künftig zu publizierenden „kurzen Geschichte der Gesellschaft, welche die bemerklichsten Verhandlungen derselben enthalten soll", die Rede. Zur Ausführung ist dieser Vorsatz allerdings damals nicht gelangt, zum Teil ohne Zweifel, weil die Zahl der „bemerklichen Verhandlungen" noch zu klein war, zum Teil aber wohl auch weil von andrer Seite ähnliche Unternehmungen geplant oder bereits begonnen waren.

Es war in jenen Jahren in der Schweiz um Gelegenheiten zur Bekanntmachung wissenschaftlicher Untersuchungen schlecht bestellt. Einzig Genf, das sich von allen Zentren des Landes des regsten wissenschaftlichen Lebens erfreute, war gut ausgerüstet. Dort erschien, unter der Redaktion von Marc Auguste Pictet, die in der ganzen wissenschaftlichen Welt viel gelesene Bibliothèque universelle, und seit 1821 gab überdies die Société de Physique „Mémoires" in Quartformat heraus. Im deutschen Landesteil dagegen gebrach es durchaus an leistungsfähigen Periodicis. Die Forscher fingen an die Abhängigkeit vom Ausland, in der sie sich infolgedessen befanden, zu empfinden und nach Abhilfe zu verlangen.

Zunächst erhoffte man diese von der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Schon an der zweiten Jahresversammlung derselben, in Bern, wurde die Begründung eines „wissenschaftlichen Bulletins" zur Verbreitung kleinerer Mitteilungen in Aussicht genommen und an der dritten, in Zürich, auf Antrag von A. P. de Candolle im Prinzip beschlossen, eine „Sammlung von Abhandlungen, gleich den ehemaligen Actis helveticis" herauszugeben.

Allein die Organisation der Gesellschaft war damals noch mangelhaft und ihre Leistungsfähigkeit gering. Die „Sammlung von Abhandlungen“ ist während eines Jahrzehntes Projekt geblieben [93]) und dem Bulletin wäre es vielleicht ähnlich ergangen, wenn nicht der unternehmungslustige und energische Prof. Friedrich Meisner in Bern, der Vater des nachmaligen Basler Professors, sich desselben angenommen hätte. Vom Juli 1817 an erschien unter Meisners Redaktion und auf sein Risiko der „Naturwissenschaftliche Anzeiger der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften“. Er erlebte fünf Jahrgänge und fand dann noch eine kurze Fortsetzung in den, vom selben Herausgeber begründeten, „Annalen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften“, die aber mit Meisners Tode 1825 eingingen. Diese Meisner'schen Publikationen referierten über die Tagungen der schweizerischen Gesellschaft und brachten daneben kleinere Abhandlungen, welche meistens den Gegenstand von Mitteilungen vor Kantonalgesellschaften gebildet hatten, sowie Uebersetzungen aus ausländischen Journalen, kurze Bücheranzeigen, Kauf- und Tauschangebote und dergleichen. Von Mitgliedern der Basler Gesellschaft begegnen uns unter den Mitarbeitern Peter Merian und Jacob Hagenbach.

In denselben Jahren lebte eine ältere ähnliche Unternehmung nach langer Unterbrechung nochmals auf, die Zeitschrift „Alpina“, herausgegeben von Pfarrer Steinmüller in Rheineck, eine Sammlung von Abhandlungen über die Naturgeschichte der Alpen, an der sich, als hervorragendster Mitarbeiter, H. C. Escher von der Linth beteiligte.

Allein weder die Meisner'schen Publikationen noch die Alpina scheinen die Interessenten befriedigt zu haben, es wurden noch weitere Projekte geschmiedet. Auch Peter Merian trug sich zu jener Zeit mit dem Plane, ein „wissenschaftliches Journal“ zu gründen und legte denselben im Dezember 1822 seinem Freunde Bernhard Studer in Bern vor, um dessen Ansicht darüber zu vernehmen. Studers Antwort wirft ein so interessantes Streiflicht auf die damaligen Zustände, dass sie verdient in extenso mitgeteilt zu werden:

„Wie Du wünschte ich sehr, dass wir ein gutes Journal in der Schweiz besässen, aber ich halte die Sache für sehr schwierig. Wenn man die Sache näher betrachtet, so sind im Grunde wenig arbeitende und schreibende Naturforscher bei uns, selbst an unserer naturforschenden Gesellschaft werden im ganzen nicht so viel gute Abhandlungen gelesen, um nur ein Heft zu füllen und das ist doch der Ertrag eines ganzen Jahres. Wie viel Mühe hat nicht sogar

Deutschland, ein Journal dieser Art sich zu halten. Zu allen akademischen Denkschriften müssen die Regierungen beistehen. Noch schwieriger ist es mit dem Verkauf, bis das Journal einigen Ruf erlangt hat. Wohl die Hälfte der Subscribenten des Anzeigers sind Leute, die mehr aus Patriotismus als aus wissenschaftlichem Eifer unterschrieben haben und doch reicht die Summe nicht hin. Endlich möchte ich Dir's widerrathen, weil es mir schöner scheint die Wissenschaft selbst zu fördern als nur Apostel fremder Entdeckungen zu sein und ein Herausgeber muss, wenn das Journal sich halten soll, z. Th. immer in Hintergrund treten, so wie Arago, Gilbert, Pictet. Willst Du aber in der Tat etwas anfangen, so empfehle ich mich zum voraus und zweifle nicht Dir alle Jahre ein paar Bogen Lückenbüsser senden zu können."

Merian hat daraufhin sein Vorhaben aufgegeben. Dagegen wurde 1823 in Basel ein anderes Periodicum begründet, welches wir wohl gleichfalls unter die Konkurrenten zu zählen haben, die der geplanten Publikation unserer Basler Gesellschaft im Wege standen: die heute etwas in Vergessenheit geratene „Wissenschaftliche Zeitschrift, herausgegeben von Lehrern der Basler Hochschule". Sie erschien während der Jahre 1823 bis 1827, anfangs in vier, später in sechs jährlichen Heften und brachte Abhandlungen aus allen Gebieten der Wissenschaft. Unter anderm enthält sie naturwissenschaftliche Beiträge von Peter Merian und J. R. Hanhart.

Dass aber unsere Gesellschaft den Plan, eine eigene Zeitschrift herauszugeben, nur als aufgeschoben, nicht als aufgegeben betrachtete, beweist das Protokoll vom 6. Dezember 1826. Das im Juli jenes Jahres eingesetzte Generalsekretariat der schweizerischen Gesellschaft bereitete damals die „Denkschriften" vor und wollte, um die Zukunft derselben tunlichst zu sichern, die Kantonalgesellschaften zum Verzicht auf jegliche Art eigener Publikationen verpflichten. Auf seine Anfrage hin, ob die Basler Gesellschaft geneigt sei, sich in dieser Weise zu binden, wurde beschlossen: „Soll geantwortet werden, dass wir zur Zeit auf ein solches Unternehmen gerne Verzicht leisten, uns jedoch vorbehalten, das fernere von der Zeit abzuwarten, um einen vom Erfolg abhängenden Entschluss nehmen zu können."

1830, als die neuen Statuten festgestellt wurden, hielt man den Zeitpunkt, aus der Reserve herauszutreten, noch nicht für gekommen. Nur eine Mitgliederliste und ein Verzeichnis der Geschenke an die Gesellschaft und an das Museum plante man damals in zweijährigen Abständen drucken zu lassen und auch dieser be-

scheidene Vorsatz blieb dann über den politischen Wirren unausgeführt.

Vier Jahre später dagegen erschien die Situation abgeklärt. Durch die 1829 endlich zustande gekommenen Denkschriften der schweizerischen Gesellschaft war für die Bekanntmachung grösserer Arbeiten in befriedigender Weise vorgesorgt, dagegen waren sowohl Steinmüllers Alpina als Meisners Annalen eingegangen, sodass sich das Bedürfnis nach Publikationsgelegenheiten für kleine Mitteilungen dringender als je geltend machte. Da die Mittel der schweizerischen Gesellschaft durch die Denkschriften vollauf in Anspruch genommen waren, war für die Kantonalgesellschaften der Moment gekommen, sich zu regen. Unserer Basler Gesellschaft war die Begründung eines eigenen Organes noch dadurch besonders nahe gelegt, dass auch die „Wissenschaftliche Zeitschrift" ihr Erscheinen eingestellt hatte.

Wie wir (p. 27) gesehen haben, ging man gleich nach der Krise von 1833—34 ans Werk. In der Sitzung vom 13. Oktober 1835 konnte der Sekretär ein erstes Heft von 89 Seiten in Klein-Oktav, betitelt „Bericht über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel vom August 1834 bis Juli 1835, gedruckt bei Wilhelm Haas" unter die Mitglieder verteilen.

Das bescheidene Heftchen in blauem, unbedrucktem Umschlag scheint bei den Fachgenossen in der Schweiz, zumal in Zürich und Bern, einiges Aufsehen erregt zu haben. Die Zürcher Gesellschaft liess seit 1826 alljährlich einen von ihrem Aktuar verfassten Bericht über ihre Verhandlungen erscheinen, aber eine eigentliche Zeitschrift besass sie damals noch nicht.[94]) Desgleichen hatten die Berner noch kein Publikationsorgan. Bernhard Studer spendete den Baslern in einem Brief an Peter Merian überschwengliches Lob und Arnold Escher in Zürich schrieb an ebendenselben: „Meinen besten Dank für Ihren Jahresbericht, ich habe denselben mit grossem Interesse durchlesen, nicht ohne einige Anwandlung von Neid, indem die Verhandlungen unserer Gesellschaft gar armselig sind im Vergleich zu den Ihrigen." Sind diese Worte des überbescheidenen Zürcher Freundes auch nicht wörtlich zu verstehen, so dürfen wir aus ihnen doch entnehmen, dass unsere Basler Gesellschaft sich damals, achtzehn Jahren nach ihrer Gründung, eine angesehene Stellung unter ihren Schwestergesellschaften errungen hatte.

Ende 1836 erschien ein zweiter Bericht, die Verhandlungen von August 1835 bis Juli 1836 enthaltend, dann reihten sich der dritte bis zehnte in zweijährigen Abständen an; es war ohne Zweifel

die Knappheit der Mittel, welche Veranlassung gab das Tempo etwas langsamer zu nehmen.[95])

Die Redaktion der Berichte besorgte der Sekretär unter Mitmirkung des Vorstandes. Ursprünglich scheint die Meinung gewesen zu sein, er solle dieselben aus den damals ziemlich einlässlich gehaltenen Protokollen ausziehen. Dies hat sich aber offenbar bald als undurchführbar erwiesen. In der Folge ermahnt der Präsident, so oft wieder die Publikation eines Heftes vorzubereiten ist, diejenigen Mitglieder, welche Vorträge gehalten haben, dieselben für den Druck auszuarbeiten. Das ganze Heft ging dann auf einmal in die Presse.

Die Mitteilungen sind in den Berichten nach Disziplinen und innerhalb dieser nach Autoren geordnet; jeder ist das Datum der Sitzung, in der sie vorgetragen wurde, vorangesetzt. Anfangs sind sie durchweg ganz knapp gehalten, später werden einzelne Vorträge in extenso eingerückt; breitere Ausarbeitungen kommen nicht vor. Dagegen wird grundsätzlich alles, was in den Sitzungen vorgebracht worden ist, verzeichnet; wenn Vorträge in erweiterter Form in einer andern Zeitschrift erschienen sind, wird auf diese verwiesen. Jedem Heft ist ein Mitgliederverzeichnis beigegeben. Wie schon oben erwähnt enthält das erste am Schlusse einen kurzen Bericht über den Zustand der öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen, während die folgenden ein fortlaufendes Verzeichnis der Geschenke an dieselben bringen.

Die Berichte sind ganz auf Kosten der Gesellschaft gedruckt, den Mitgliedern aller Kategorien gratis zugestellt, aber nicht in den Buchhandel gebracht worden. Auch die Spekulation sie auf dem Tauschwege zur Aeuffnung der Bibliothek zu verwerten, scheint — so seltsam uns dies vorkommen mag — bei ihrer Begründung keine Rolle gespielt zu haben; das ganze Zeitschriften- und Bibliothekswesen war eben in den dreissiger Jahren noch unvergleichlich viel weniger entwickelt als heute. Man wollte damals lediglich dem einheimischen Publikum und den schweizerischen Schwestergesellschaften die Leistungen der Gesellschaft zur Kenntnis bringen. Das Protokoll der Sitzung vom 13. Oktober 1835 bemerkt bezeichnenderweise: „Es wird beschlossen jedem der Donatoren an die Sammlungen ein Exemplar zustellen zu lassen, an einige Kantonalgesellschaften Mitteilung zu machen und die übrigen Exemplare zur Verfügung der Gesellschaftsmitglieder zu halten, namentlich derjenigen, von welchen Arbeiten und Notizen in dem Bericht enthalten sind.“

Der Tauschverkehr, der uns heute so sehr präokkupiert, ist aber dann doch ziemlich rasch in Gang gekommen. Schon 1844 wird geklagt, das erste Heft sei vergriffen, sodass man keine ganzen

Serien mehr abgeben könne; man berät ob ein Neudruck desselben zu veranstalten sei und beschliesst vorderhand so viel Exemplare als möglich wieder einzusammeln, wobei es dann auch sein Bewenden hatte. Vom fünften Heft (1843) an betrug die Auflage 500 Exemplare; vorher muss sie beträchtlich schwächer gewesen sein; aus den Druckerrechnungen ergibt sich nur, dass sie sich vom ersten bis zum vierten Hefte gleichgeblieben ist. Von Heft 5—10 besitzen wir heute noch einen grossen Vorrat, während Heft 1—4 kaum mehr aufzutreiben sind; in unserem gegenwärtigen Tauschverkehr spielen die Berichte daher keine Rolle mehr.

Der Inhalt der zehn Hefte ist für ihren geringen Umfang ein überraschend reicher und mannigfaltiger. Sechzig Autoren haben ihn zusammengesteuert, doch sind reichlich die Hälfte derselben nur mit ganz kurzen Notizen beteiligt. In der Hauptsache rührt er von einem Dutzend Autoren her und unter diesen stehen, wie es nach den mündlichen Verhandlungen nicht anders zu erwarten ist, Schönbein und Peter Merian oben an. Heute werden die Berichte wohl am meisten noch von den einheimischen Geologen und Palaeontologen nachgeschlagen, wegen der zahlreichen Mitteilungen Merians. Für den Historiker der Chemie wird der Einblick, den sie in den Entwicklungsgang Schönbeins gewähren, immer von Interesse bleiben.

Im Jahre 1843 begründete auch die Berner Gesellschaft eine eigene Zeitschrift. In Zürich zögerte man noch ein gleiches zu tun, vielleicht weil man dort immer noch die Hoffnung hegte eine allgemein schweizerische oder wenigstens eine deutsch-schweizerische Zeitschrift für kleinere Mitteilungen ins Leben rufen zu können. Am 27. Dezember 1846, kurz nach dem hundertjährigen Jubiläum der Zürcher Gesellschaft, schrieb Arnold Escher an Peter Merian: „Das Fest hat nun auch einen gewissen Impuls zurückgelassen und unsere jungen erfindungsreichen Köpfe wollen nun auch Mitteilungen unserer Gesellschaft wie die ihrigen und die in Bern herausgeben. Mir scheint dabei nur fatal, dass es so nun wieder ein Bulletin mehr gibt und ich hätte gewünscht, dass man sich namentlich mit Basel und mit Bern, am liebsten mit allen schweizer Gesellschaften zur gemeinsamen Herausgabe der Verhandlungen der Kantonalgesellschaften verständigen könnte. Mousson hielt dies für unausführbar und glaubte, Basel gerade werde am wenigsten dazu geneigt sein, da Sie nun bereits eine hübsche Reihe von Jahresberichten haben. Sollten Sie indes glauben, dass Ihre Gesellschaft sich zu einer Verständigung herbeiliesse, in der Art, dass ein Bogen gedruckt würde, wenn eben Stoff genug da ist (in der Weise wie die Berner es machen), so bitte ich Sie doch mich darüber zu be-

richten. Der Druck selbst könnte ja, wenn man will, jährlich zwischen den Gesellschaften, die sich zu gemeinsamer Herausgabe ihrer Verhandlungen verständigen, abwechseln und dann hätte man doch die grosse Annehmlichkeit ungefähr alle Monate in einem Hefte alles beisammen zu haben, was in den verschiedenen Gesellschaften behandelt worden ist.“ Allein Mousson hatte die Situation richtig beurteilt, die Antwort lautete ablehnend. Man war in Basel nicht geneigt die bescheidene aber glücklich konsolidierte Unternehmung an eine grösser angelegte, deren Lebensfähigkeit sich erst hätte erweisen müssen, zu tauschen. Auch die Rücksicht auf den Tauschverkehr mag schon mit im Spiele gewesen sein. 1847 begründeten die Zürcher dann ihre „Mitteilungen“, aus welchen später die „Vierteljahrsschrift“ hervorgegangen ist und nach und nach folgten auch andere Kantonalgesellschaften dem gegebenen Beispiel.

Ganz zufrieden waren übrigens die Basler mit den „Berichten über die Verhandlungen“ nicht. Obwohl die Druckkosten, nach unsern heutigen Begriffen, unbedeutend waren, wurde die Schmälerung der für Bücheranschaffungen disponibeln Mittel, welche sie verursachten, doch empfunden. Schon 1836, als der zweite Bericht in Druck ging, wurde, laut Protokoll, „gewünscht, dass der Drucker einen Teil der Kosten übernehme“. Allein dieser zeigte, wie es scheint, keine Lust auf den Vorschlag einzugehen. Andrerseits klagten die Autoren über die langen Abstände, in welchen die Hefte erschienen. Als 1852 das zehnte Heft in Vorbereitung war, beschloss man daher die Serie mit einem Generalregister abzuschliessen und sich für die Zukunft zweckdienlicher einzurichten. Eine Spezialkommission, der Peter Merian und Schönbein angehörten, wurde mit der Prüfung der Angelegenheit betraut und am 29. März 1854 übertrug die Gesellschaft, auf Bericht und Antrag derselben, Druck und Verlag der Verhandlungen, die nunmehr in halbjährlichen Heften von ca. 20 Bogen erscheinen sollten, der Schweighauserischen Buchhandlung als der mindestfordernden. Diese hatte sich erboten 300 Exemplare à Fr. 21 per Bogen an die Gesellschaft abzugeben.

Anstatt „Bericht über die Verhandlungen“ wurde die neue Serie kurzweg „Verhandlungen“ betitelt. Das allzukleine Format wurde gegen ein grösseres, welches die Beigabe von Tafeln gestattete, vertauscht. Die Redaktion blieb Sache des Sekretärs — damals seit einigen Jahren Albrecht Müller — unter Mitwirkung des Vorstandes, d. h. Schönbeins und Merians.

Das Verhältnis zur Schweighauserischen Buchhandlung, die Ende der sechziger Jahre in den Besitz von Benno Schwabe über-

ging, hat während 28 Jahren bestanden, von 1854 bis 1882. Es sind während dieser Zeit sechs Bände der Verhandlungen zu je 4 Heften erschienen. Der ursprüngliche Plan, jedes Semester ein Heft zu publizieren, ist also nicht durchgeführt worden.

An dem Verlagsvertrag ist während der genannten Zeitspanne nur wenig geändert worden. 1868, d. h. von Band V an, wurde die Zahl der an die Gesellschaft abzuliefernden Exemplare auf 320, der von derselben zu bezahlende Bogenpreis auf 30 Fr. erhöht und der Verleger zum Druck von 450 Exemplaren verpflichtet; vorher scheint er weniger gedruckt zu haben. 1873 wurde der Bogenpreis bei gleicher Zahl der abzuliefernden Exemplare auf 32 Fr. erhöht. Für besondern Satz musste man dem Verleger Extrazulagen zugestehen. An die Illustrationen hatte er nichts beizutragen.

Im Frühjahr 1882 kündete die Firma Schwabe den Vertrag. Sie scheint mit den Verhandlungen keine grossen Geschäfte gemacht zu haben. Aber auch die Gesellschaft war schon seit längerer Zeit von der bestehenden Einrichtung nicht mehr befriedigt. Das vom Verleger bestimmte Tempo, in welchem die Hefte erschienen, war immer schleppender geworden, was unvermeidlicherweise eine missliche Rückwirkung auf den Zufluss des Stoffes haben musste.

Auf Antrag von Eduard Hagenbach wurde in der Sitzung vom 7. Juni 1882 beschlossen, den Anlass zu ergreifen um gründlich Remedur zu schaffen. Der durch einige erfahrene Mitglieder erweiterte Vorstand beriet die Angelegenheit in mehreren Sitzungen und das Ergebnis war, dass die Gesellschaft die Verhandlungen in Selbstverlag nahm. Selbstverständlich bedeutete dies eine erheblich stärkere Inanspruchnahme der Gesellschaftskasse, die zur Folge hatte, dass nicht mehr viel und bald gar nichts mehr für Bücheranschaffungen übrig blieb und dass man sich zu jenem Eingriff in die Mittel der Peter Merian-Stiftung entschliessen musste, von dem oben (p. 68) die Rede gewesen ist; allein man hatte keine andere Wahl, es war der einzige Weg die Verhandlungen wieder in ein erspriessliches, den Bedürfnissen angemessenes Geleise zu bringen.

Der Druck wurde (20. Februar 1883) der Firma J. G. Baur übergeben, welche sich anerbot 500 Exemplare zu 46 Franken pro Bogen zu liefern und sich verpflichtete die eingehenden Manuskripte ohne Verzug in Druck zu nehmen und pro Woche mindestens einen Bogen zu erledigen. Damit war der hauptsächlichste Übelstand, den man an dem bisherigen Publikationsmodus auszusetzen hatte, beseitigt.

Bei dieser Gelegenheit ist auch zum ersten Male von den Separatabzügen die Rede, welche ein so vortreffliches Mittel sind die

Autoren mit einem etwas bedächtigen Gang im Erscheinen der Zeitschrift selbst auszusöhnen. Solche waren zwar schon früher, vielleicht seit 1853 abgegeben worden; doch ist aus den Akten nicht ersichtlich zu welchen Bedingungen. Es scheint, dass die Autoren sie direkt vom Verleger bezogen. Von nun an wurden dem Autor 25 Exemplare gratis, weitere zum Selbstkostenpreise zur Verfügung gestellt und zwar sollte die Lieferung durch den Sekretär vermittelt werden. Den eventuellen Verkauf von Separata behielt sich die Gesellschaft vor.

Der buchhändlerische Vertrieb der Verhandlungen wurde (23. Februar 1883) der Firma H. Georg & Cie. übergeben und derselben ein Erlösanteil von 50 % zugestanden, wogegen sie sich verpflichtete, die Versendung der Verhandlungen an die Tauschgesellschaften — für welche die Firma Schwabe mit 50 Fr. entschädigt worden war — ohne anderen Entgelt als die Portoauslagen zu besorgen und jährlich über Bestand des Lagers und Absatz Rechnung abzulegen. Separata sollten nur durch Vermittlung der Verlagshandlung in den Handel gebracht werden.

Von Band VII an, dessen erstes Heft noch in der Schweighauserischen Offizin gedruckt worden ist, zeichnet demgemäss die Firma Georg als Verlegerin der Verhandlungen; die Bände bestehen von da an nur noch aus drei statt aus vier Heften.

Eine weitere Neuerung, welche man bei dieser Umordnung unseres Publikationswesens eintreten liess, bestand darin, dass die Redaktion in die Hand einer besondern Redaktionskommission gelegt wurde, welcher ausser dem Präsidenten, dem Vizepräsidenten und dem Sekretär zwei weitere auf sechs Jahre zu wählende Mitglieder angehörten. Als solche wurden am 7. Februar 1883 Prof. L. Rütimeyer und Prof. J. Kollmann gewählt. Veranlassung zu dieser Einrichtung gab hauptsächlich der Umstand, dass die Stellung des Sekretärs, welchem der Vorstand je länger je mehr das Redaktionsgeschäft überlassen hatte, sehr delikat geworden war, seitdem die Abbildungen, bei deren Finanzierung die Gesellschaft der Mitwirkung der Autoren nicht entraten konnte, eine grössere Rolle spielten. Fortan entschied nun dieses neue Kollegium über die von den Autoren zu fordernden Beiträge sowie über die Aufnahme der eingereichten Arbeiten, während der Verkehr mit Drucker und Verleger Sache des Sekretärs blieb.

Seitdem ist die Gesellschaft bei dem System des Selbstverlages geblieben. Im einzelnen ist an den Anordnungen von 1883 später allerlei geändert worden. Um den Autoren noch mehr entgegenzukommen, wurde 1892 die Zahl der unentgeltlichen Separata von 25 auf 50 erhöht. Je mehr der Tauschverkehr wuchs als desto

unzweckmässiger erwies es sich die Verhandlungen den Tauschgesellschaften durch die Verlagshandlung zugehen zu lassen. Die Gesellschaft nahm daher 1902 gerne und mit Dank ein Anerbieten der Universitätsbibliothek diese Versendungen zu besorgen an. Auch der etwas komplizierte Apparat einer besondern Redaktionskommission befriedigte auf die Dauer nicht. Bei der Statutenrevision von 1908 wurde auf denselben verzichtet und die Redaktion wieder dem Vorstande übertragen. Prof. Kollmann hatte der Redaktionskommission während der ganzen Dauer ihres Bestehens als ständiges Mitglied angehört; an die Stelle von Prof. Rütimeyer war nach dessen Tode 1896 Prof. Fritz Burckhardt gewählt worden. Der Druck wurde 1892 der Firma E. Birkhäuser übertragen.

Bis Mitte der neunziger Jahre hatte man in der Erhöhung der Auflage eine allzugrosse Zurückhaltung beobachtet, sodass zur Befriedigung späterer Bedürfnisse nur ein sehr bescheidener Stock zurückblieb. Von da an suchte man diesen Fehler zu vermeiden. Nachdem schon das dritte Heft von Band X in 550 Exemplaren gedruckt worden war, bemass man die Auflage von Band XI an auf 600, von Band XIII an auf 700 und von Band XIV bis Band XX auf 800 Exemplare. Die Hefte wurden von Band XI an etwas dünner gehalten, sodass sich von da an die Bände nur noch ungefähr über ein Biennium erstreckten. —

Indem sie minderwichtiges, was die Sitzungen bringen, übergehen, emanzipieren sich die „Verhandlungen" von Anfang an etwas mehr von den Protokollen als die „Berichte". Im übrigen schliessen sie sich zunächst noch sehr nahe an das Vorbild der letztern an. Die noch immer grösstenteils kurzen Mitteilungen sind nach wie vor in jedem Heft nach Disziplinen zusammengestellt und bei jeder wird das Datum des mündlichen Vortrages angemerkt. Allmählig vollzieht sich dann aber eine Wandlung im Charakter der Publikation. Schon im dritten Bande sind die Sitzungsdaten nicht mehr konsequent beigefügt. Zwischen die kleinen Mitteilungen, deren Zahl abnimmt, schalten sich sehr umfangreiche ein. Seit Einführung des neuen Modus der Drucklegung (Band VII) musste selbstverständlich auf die Gruppierung des Stoffes nach Disziplinen verzichtet werden. Die kleinen Notizen treten von da an ganz zurück, die Publikation wird zu einer Sammlung grösserer Abhandlungen, gibt aber nur noch ein lückenhaftes Bild der in den Sitzungen sich abspielenden Tätigkeit. So haben z. B. während der achtziger und neunziger Jahre einige Vertreter der Chemie und der Botanik die „Verhandlungen" gar nie oder nur sehr ausnahmsweise als Publikationsstelle benützt. Dagegen passen sich diese von Band VII an dadurch wieder etwas mehr ihrem Namen

an, dass sie unter dem Titel „Chronik der Gesellschaft“ ein fortlaufendes Verzeichnis der gehaltenen Vorträge bringen. Ein bei den Beratungen von 1882 gemachter Vorschlag einlässlichere Sitzungsberichte zu veröffentlichen, beliebte nicht. Dieselbe Anregung ist auch 1901 wieder vorgebracht worden, hat aber auch damals keinen Beifall gefunden. Für unsere Schwestergesellschaften in Bern und in Zürich, deren Mitgliedschaft zum Teil über einen grossen Kanton zerstreut ist, mag sich eine solche Berichterstattung empfehlen; in Basel wäre sie, so wurde mit Recht eingewendet, eine unnütze Raumverschwendung.

Eine wichtige Neuerung, welche die Verhandlungen brachten, waren die Illustrationen. Schon der erste Band enthält vier lithographische Tafeln, später werden dieselben häufiger und gelegentlich luxuriöser; allmählich tauchen auch Textfiguren auf. Anfangs wurden die Illustrationen aus der Gesellschaftskasse bestritten, weder der Verleger noch der Autor hatte daran beizutragen. Später, namentlich in den letzten Jahrzehnten, als seit Einführung der neuen Reproduktionsverfahren die Illustrationsbegehren zahlreicher wurden, sah sich die Gesellschaft ausserstande die Kosten zu tragen; die Autoren mussten selbst dafür einstehen oder sich mit einem Zuschuss aus der Gesellschaftskasse begnügen. 1898 wurde zwar, auf Antrag des damaligen Sekretärs, Carl VonderMühll, beschlossen, künftig auf diese Brandschatzung der Autoren zu verzichten; die Verhältnisse nötigten aber bald zum alten Modus zurückzukehren. Während der Periode von 1896 bis 1910, in welcher die Bände 11—20 erschienen, reichten die Mittel bei weitem nicht hin, um die Publikationskosten zu decken; ganz in der Stille ist in diesen Jahren auch reichlich ein Drittel der Druckkosten von einzelnen opferwilligen Mitgliedern gedeckt worden.

Diese Zustände nötigten die Gesellschaft im Jahre 1911 zu jenen oben erwähnten Reformen in ihrem Finanzhaushalt, welche es ihr ermöglichten fortan die Druckkosten wieder ganz zu bestreiten und die Illustration reichlicher zu gestalten.

Kurz vorher, 1910, war eine wesentliche Umgestaltung der „Verhandlungen“ gutgeheissen worden. Schon seit längerer Zeit hatte die Ausstattung derselben zu allerlei Aussetzungen Anlass gegeben. Das Format war für Tafeln, sogar für Textfiguren etwas klein. Das Papier eignete sich nicht zur Reproduktion der getönten Clichés, die sich in der wissenschaftlichen Literatur so rasch eingebürgert haben. Auch das System, die Publikation in Heften, welche mit einem provisorischen Titelblatt versehen waren und dann nachher zu dreien in einen Band zusammengefasst wurden, erscheinen zu lassen, hatte seine Nachteile; beim Binden wurden

die provisorischen Titelblätter meistens beseitigt und der Benützer zitierte dann die Abhandlungen mit der, in vielen Fällen unrichtigen, Jahreszahl des Gesamttitels.[96])

Die bisher erschienene Serie wurde daher mit Band XX abgeschlossen und diesem Bande ein Generalindex der Bände I—XX beigegeben.[97])

Als Ganzes betrachtet stellt diese erste Serie der Verhandlungen, trotz allen ihr anhaftenden Spuren der erwähnten Hemmnisse, eine ehrenvolle Leistung dar. Manche darin enthaltene Abhandlungen haben hervorragende Bedeutung erlangt; einzelne hervorzuheben, wäre ein gewagtes Unternehmen. In den fünf ersten Bänden dominiert noch Schönbein. Neben ihm und Peter Merian tritt namentlich Rütimeyer hervor. Stark beteiligt sind ferner Albrecht Müller, Eduard Hagenbach, Friedrich Goppelsrœder, Fritz Burckhardt, dann Hermann Christ, Wilhelm His, Hermann Kinkelin, Simon Schwendener, Victor Gilliéron, von Band VI an Fritz Müller, später Julius Kollmann, Albert Riggenbach, Georg Kahlbaum, Andreas Gutzwiller u. a. Im ganzen haben nahezu hundert Autoren Beiträge zu den zwanzig Bänden geliefert.

Für die neue Serie wählte man einen Satzspiegel von 18 : 11 cm und ein Papier, das ohne den Leser durch Spiegelung zu belästigen, hinlänglich glatt ist zur guten Wiedergabe von Autotypieclichés. Unter Verzicht auf die bisherige Gliederung in Hefte nahm man in Aussicht, alljährlich auf Anfang Wintersemester einen Band erscheinen zu lassen. Bei jeder Abhandlung sollte das Datum der Einlieferung des Manuskriptes an das Sekretariat angemerkt, zur bequemen Orientierung des Lesers sollte oben an jeder Seite der Titel wiederholt werden. Aus praktischen Gründen wurde davon Umgang genommen die Serie auch äusserlich, durch die Numerierung oder gar durch eine Veränderung des Titels als eine neue zu bezeichnen. Die Auflage wurde auf 900 Exemplare erhöht.

Der erste Band dieser Serie, Band XXI, konnte den schweizerischen Naturforschern bei ihrer Jahresversammlung in Basel im September 1910 als Festgabe überreicht werden. Seitdem haben unsere Mittel bei äusserster Sparsamkeit gerade hingereicht, um die durch denselben vorgezeichnete Linie innezuhalten. Ihrer Ausstattung nach bedeutet diese dritte Serie unseres Gesellschaftsorganes gegenüber der zweiten einen ebenso entschiedenen Fortschritt, wie diese gegenüber der ersten. Die vorgenommenen Verbesserungen haben ihren Effekt auf die arbeitenden Mitglieder nicht verfehlt: der Zudrang ist im Vergleich zu der Zeit der Bände XI—XX stärker und allseitiger geworden. Aber eben darum fängt der disponible Raum an eng zu werden. Könnten wir unsere Bände der Produktions-

kraft der Mitglieder anpassen, so würden sie, wie der zweite Teil des vorliegenden Jubiläumsbandes zeigt, einen erheblich stärkern Umfang annehmen. Auch sind die Opfer, welche wir den Autoren, die einer ausgiebigeren Illustration bedürfen, zumuten müssen, immer noch zu beträchtlich.

Vom Typus der „Berichte" entfernen sich die neuen „Verhandlungen" insofern noch etwas mehr als die alten, als in ihnen der schon früher hin und wieder durchbrochene Grundsatz, dass der Gegenstand der aufzunehmenden Abhandlung in einer mündlichen Mitteilung behandelt sein müsse, sehr lax gehandhabt wird. Massgehend ist der Wert der Abhandlung an und für sich. Im Interesse der Qualität unseres Tauschverkehrs müssen wir darnach trachten, unsern Tauschgesellschaften eine möglichst gediegene Zeitschrift zu schicken; diese Rücksicht geht heute allen andern voran. In früherer Zeit hatte die Vorschrift, dass das zu druckende auch vorgetragen werden müsse, dem Präsidenten, der laut Statuten für die ununterbrochene Folge der wissenschaftlichen Vorträge in den Versammlungen zu sorgen hat, gute Dienste geleistet; bei der grossen Mitgliederzahl, welche die Gesellschaft heute hat, kann er dieser Hilfe entbehren. Die Berechtigung des Namens unserer Zeitschrift hat bei dieser Wandlung allerdings weitere Einbusse erlitten. Immerhin wird auch heute noch verlangt, dass die Abhandlungen von Mitgliedern herrühren, oder dass, wenn gelegentlich ein Beitrag eines Nichtmitgliedes zugelassen wird, wenigstens ein Mitglied mündlich über denselben referiert. Ein letztes Relict aus der Zeit der Berichte bildet die unsern Bänden vorangestellte Inhaltsübersicht, in welcher der Stoff immer noch nach Fächern gruppiert wird.

Diese neueste Umgestaltung der Verhandlungen hat dann, wie oben bemerkt, die Einführung des einjährigen Turnus im ganzen Gesellschaftsbetriebe, an Stelle des seit 1830 bestehenden zweijährigen, nach sich gezogen. Seither wird mit der Chronik ein Auszug aus der Jahresrechnung gedruckt, um die Mitglieder mehr an den Sorgen des Vorstandes teilnehmen zu lassen. —

Auf die Bedeutung, welche unsere Verhandlungen als Tauschobjekt erlangt haben, ist schon bei Besprechung der Bibliothek hingewiesen worden. Es ist gar nicht abzusehen, wie unsere Universitätsbibliothek den wachsenden Ansprüchen, welche die Vertreter der naturwissenschaftlichen Disziplinen, an sie stellen müssen, ohne diese Unterstützung auch nur einigermassen gerecht werden könnte. Wir sind hier in Basel mehr auf diesen Tauschverkehr der Kantonalgesellschaft angewiesen als unsere Kollegen in Bern, welche die Bibliothek der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft zur Hand haben und unsere Kollegen in Zürich, denen die

literarischen Hilfsmittel des eidgenössischen Polytechnikums zu Gebote stehen. Diese unsere besondre Lage hat die ablehnende Haltung, welche wir Basler vor zehn Jahren gegenüber dem von der Denkschriftenkommission der schweizerischen Gesellschaft ausgearbeiteten Projekte einer neuen allgemein-schweizerischen Zeitschrift für kleinere Mitteilungen einnahmen, mitbestimmt. Es stand zu befürchten, die Konkurrenz dieser neuen Unternehmung könnte eine Schädigung der Qualität unserer Verhandlungen und einen Rückgang unseres Tauschverkehres bewirken. —

Ausser den zehn Heften „Berichte“ und den „Verhandlungen“, die jetzt beim achtundzwanzigsten Bande stehen, hat unsere Gesellschaft nur weniges drucken lassen: 1867 die erwähnte Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum und im gleichen Jahre die Festrede, welche Fritz Burckhardt bei diesem Anlasse hielt; ferner 1884 die bei der Bernoulli- und bei der Eulerfeier, 1899 die bei der Schönbeinfeier gehaltenen Vorträge, 1901 einen Vortrag von F. Burckhardt über Tycho Brahe, welche aber durchweg Anhänge zu den gerade laufenden Bänden der Verhandlungen (VII, XII, XIII) bilden und nicht als selbständige Publikationen zu betrachten sind. Die zwei Bände „Gesammelte kleine Schriften von Ludwig Rütimeyer, Basel, Georg & Cie. 1898, welche 1901 sämtlichen Tauschgesellschaften zugesandt wurden, sind nicht von der Gesellschaft herausgegeben, sondern ihr von dem herausgebenden Consortium zur Verfügung gestellt worden. Der „Führer zu den Exkursionen der deutschen geologischen Gesellschaft im Südlichen Schwarzwald, im Jura und in den Alpen, zusammengestellt von C. Schmidt, A. Buxtorf und H. Preiswerk. Basel, E. Birkhäuser, 1907“, der den Teilnehmern an der Basler Versammlung der genannten Gesellschaft im Namen der unsrigen überreicht wurde, ist von den hiesigen Freunden der Geologie bestritten worden.

Unsere Schwestergesellschaften in Genf und in Zürich haben auf publizistischem Gebiete erheblich mehr geleistet als wir. Die Genfer Société de Physique gibt, wie schon erwähnt, seit 1829 Mémoires in 4° heraus und ausserdem seit 1884 ein Bulletin; neben ihr besteht in Genf seit 1853 auch noch das Institut national, das gleichfalls Mémoires und ein Bulletin publiziert. Die Vierteljahrsschrift der Zürcher Gesellschaft hat unsere Verhandlungen an Zahl und Umfang der Bände um ein Beträchtliches überholt. Noch weniger konnten wir mit der hiesigen historischen Gesellschaft konkurrieren, die in der beneidenswerten Lage gewesen ist, neben ihrer Zeitschrift im Laufe der Jahre eine ganze Reihe reich ausgestatteter Spezialwerke herauszugeben. Die Knappheit unserer Mittel hat zu allen Zeiten jeden Gedanken an solche Nebenunterneh-

mungen ausgeschlossen. So hat sich z. B. die Gesellschaft im Winter 1886—7 genötigt gesehen, ein sehr verlockendes Anerbieten der Stockholmer Akademie auszuschlagen. Nach jahrzehntelanger Verschollenheit war in Stockholm die Korrespondenz Johannes I. Bernoulli wieder aufgefunden worden. Die Akademie anerbot sich, sie der hiesigen Universitätsbibliothek zu überlassen, wenn die Naturforschende Gesellschaft für die Drucklegung derselben Sorge tragen wolle. Eine mit der Prüfung der Angelegenheit betraute Spezialkommission kam zu dem Schlusse, dass ein solches Unternehmen die Kräfte unserer Gesellschaft weit übersteigen würde und beantragte Verzicht.[98])

VI. Schluss.

Fassen wir den gewaltigen Strom, zu dem sich die Naturwissenschaften im neunzehnten Jahrhundert entwickelt haben, in seinem ganzen Umfange ins Auge, so erscheint das Bächlein, das ihm durch die Basler Naturforschende Gesellschaft zugeflossen ist, bei aller Bedeutung einzelner Leistungen, als ein sehr bescheidenes. Aber alle gewissenhafte Arbeit im Gebiete der Erfahrungswissenschaften geniesst des unschätzbaren Vorzugs, dass sie an ihrem Ort und zu ihrem Teil mithilft an dem grossen Bau der Erkenntnis; was selbst kein „Ganzes" zu werden vermag, hat hier die tröstliche Aussicht, sich „als dienendes Glied" an ein Ganzes anschliessen zu können.

Und wenn wir zurückblicken auf den kleinen Anfang, der dank den Bemühungen Daniel Hubers vor hundert Jahren zustande kam, so dürfen wir doch mit Genugtuung konstatieren, dass in der Tat „etwas Grösseres und Nutzbares aus dem Kleinen hervorgegangen ist", wie es der Stifter unserer Gesellschaft in jenem Briefe an Wyttenbach vom 9. April 1817 gehofft hatte.

Zu welch' integrierendem Element ein Bildungsleben unserer Stadt die naturforschende Gesellschaft geworden ist, wird uns am deutlichsten, wenn wir versuchen, sie uns aus demselben wegzudenken!

Vor allem bildet sie eine unentbehrliche Ergänzung der Universität in ihrer Eigenschaft als Pflegestätte naturwissenschaftlicher Forschung; sie ist das Forum, dem die Forscher die Ergebnisse ihrer Studien vorlegen, der Mittelpunkt, in dem die verschiedenen

Disziplinen miteinander in Fühlung treten. Durch die literarischen Hilfsmittel, die sie angehäuft hat, durch die Publikationsgelegenheit, die sie in ihrer Zeitschrift bietet, hat sie die in einem kleinen Staatswesen, wie dem unsrigen, notwendigerweise etwas knappe staatliche Fürsorge für die Forschungstätigkeit aufs wirksamste ergänzt; und durch diese materiellen Leistungen sowohl, als durch die Anregung, welche ihre Sitzungen bieten, hat sie das ihre dazu beigetragen, dass die hiesige Naturforscherschaft sich längst nicht mehr ausschliesslich aus dem Lehrkörper der Universität rekrutiert. Indem sie von vorneherein ihre Pforten weit öffnete, ist sie zu einem der Bindeglieder geworden, welche die Bürgerschaft mit der Hochschule verbinden und in ihr den Sinn für ideale Bestrebungen lebendig erhalten.

Wenn das Programm unserer Gesellschaft sich etwas enger gestaltet hat als dasjenige einiger ihrer Schwestergesellschaften, so liegt dies an den lokalen Verhältnissen. Die Zürcher und die Berner Gesellschaft haben einen botanischen Garten und ein naturhistorisches Museum angelegt und lange Jahre unterhalten; die erstere hat überdies eine Instrumentensammlung und eine Sternwarte begründet.[99]) In der Universitätsstadt Basel fielen solche Unternehmungen naturgemäss in den Tätigkeitsbereich der Universität; unsere Gesellschaft konnte sich nur die Aufgabe stellen, die Anstalten nach Massgabe ihrer bescheidenen Mittel zu unterstützen und seitdem andre, dazu besser ausgerüstete Instanzen, die Akademische Gesellschaft und der Freiwillige Museumsverein, sich dieser Fürsorge widmeten, durfte sie im Interesse ihrer sonstigen Aufgaben füglich auf dieselbe verzichten.

Noch zeitiger hat sie ihren ursprünglichen Vorsatz sich auch mit der „Anwendung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse auf das praktische Leben überhaupt sowohl als auch ganz besonders auf den Nutzen des Vaterlandes“ zu befassen, aufgegeben. Gesellschaften ihrer Art, welche sich solche Ziele vorsetzen, sehen sich bald genötigt, einige wenige, durch ihre Kenntnisse vorzugsweise dazu berufene Mitglieder in ihrem Namen handeln zu lassen. Der sachliche Sinn unserer Vorläufer hat aus dieser Erfahrung rasch die Konsequenz gezogen und den Programmpunkt gestrichen. Jene vorzugsweise berufenen unter unsern Mitgliedern haben ihr Wissen und Können privatim jederzeit bereitwillig in den Dienst der Praxis und des Vaterlandes gestellt, die Geologen haben bei Tunnelbauten, Salz- und Kohlenbohrungen, Wasserversorgungen mitgewirkt, die Chemiker sind den Behörden in Fragen der Hygiene, der Lebensmittelkontrolle, der Beleuchtung an die Hand gegangen und haben einen wesentlichen Anteil an dem Aufschwung der in

unserer Stadt zu so grosser Bedeutung gelangten chemischen Industrie gehabt und die Physiker haben den Anwendungen der Elektrizität die grösste Aufmerksamkeit gewidmet.

Der schweizerischen Muttergesellschaft, die ihr einst ihre ersten Schritte erleichtert hatte, ist unsere Basler Gesellschaft eine treue Tochter gewesen. Nach einem etwas bescheidenen Anfang ist das Kontingent, welches die Basler zu derselben stellen, allmählich reichlich zu dem Umfange angewachsen, der proportionalerweise von unserm Kantone erwartet werden darf. An den wissenschaftlichen Verhandlungen der Jahresversammlungen haben sich viele Basler Mitglieder beteiligt und an der stillen Arbeit, welche jahraus jahrein in den zahlreichen Kommissionen geleistet wird, haben wohl wenige so anhaltend und erfolgreich mitgewirkt, wie Peter Merian, Ludwig Rütimeyer und Eduard Hagenbach, um nur Dahingeschiedene zu nennen.[100]) Zweimal hat die Leitung der Muttergesellschaft während einer sechsjährigen Periode in den Händen eines Basler Zentralkomitees gelegen.

Sind die Ziele unserer Gesellschaft in der Hauptsache dieselben geblieben, die sie vor hundert Jahren waren, so ist doch im einzelnen unsere heutige Aufgabe eine wesentlich andere als die Daniel Hubers und seiner Genossen. Mit den Schwierigkeiten, die sie zu überwinden hatten, brauchen wir nicht mehr zu kämpfen; dafür lastet auf uns die Verantwortung, ein reiches Erbe unverkürzt den kommenden Generationen zu überliefern.

Was uns beim Blick in die Zukunft am ehesten etwa beunruhigen kann, sind die nachteiligen Wirkungen der immer zunehmenden Spezialisierung der Forschungsrichtungen, die sich in unserer Gesellschaft so gut wie in jeder andern von analoger Struktur geltend machen. Ein Uebelstand sind sie gewiss, aber durchaus verkehrt wäre es, aus ihnen den Schluss zu ziehen, es sei an der Zeit, auseinanderzugehen und sich in kleinere und engere Zirkel abzuschliessen. Die Fächer müssen miteinander in Berührung bleiben und vielleicht ist es gerade eine künftige Aufgabe unserer Gesellschaft, nach einer wirksameren Gestaltung dieses Kontaktes zu suchen.

Mögen unsere Nachfolger mit derselben Anerkennung unserer Leistungen gedenken können, mit der wir uns beim hundertjährigen Jubiläum der Männer erinnern, deren Andenken diese Blätter gewidmet sind.

Das Protokoll der Sitzung vom 20. Januar 1864 bemerkt: „Professor Schönbein beantragt, ein photographisches Album der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft anzulegen, was für unsere Nachfolger von Interesse sein möchte. Wird mit ansehnlichem Mehr genehmigt.“ Allein die Ausführung des Beschlusses liess auf sich warten, denn am 27. Februar 1867 „schlägt Professor Schönbein zu wiederholtem Male vor, die photographischen Porträts der Mitglieder in ein Album zu vereinigen“. Der Sekretär wird beauftragt, die Anschaffung des Albums zu besorgen und die eingehenden Photographien entgegenzunehmen. Aber es scheint auch diesmal bei dem löblichen Vorsatze geblieben zu sein.

Um das vor einem halben Jahrhundert Versäumte wenigstens teilweise nachzuholen, sind diesem Rückblick die Bilder einiger der verdientesten Mitglieder beigegeben worden. Leider waren wir in unserer Auswahl, die wir gerne reicher gestaltet hätten, durch äussere Umstände beschränkt.[101])

Anmerkungen.

I.

[1]) Ueber die Geschichte der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und der Zürcher, Berner, Genfer, Aargauer Kantonalgesellschaften informieren: Centennaire de la société helvétique des sciences naturelles. Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Band L, 1915. — Ferdinand Rudio, Die naturforschende Gesellschaft in Zürich 1746—1896. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich XLI, 1896. — J. H. Graf, Die Naturforschende Gesellschaft in Bern vom 18. Dez. 1786 bis 18. Dez. 1886. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1886. 1887. — A. H. Wartmann, Coup d'œil rétrospectif sur le premier siècle d'existence de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Mémoires de la société de physique etc. Volume supplémentaire 1890. — A. Hartmann, Geschichte der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft etc. Mitteilungen der aargauischen N. G., Heft XII, 1911. — Ueber die Gründung der waadtländischen Gesellschaft siehe: R. Mallet, Sur la date de la fondation de la société vaudoise des sciences naturelles. Bulletin de la soc. vaud. sc. n. No. 186. 1915.

[2]) Als Quellen für den vorliegenden Rückblick haben in erster Linie das Archiv und die Publikationen der Gesellschaft gedient; unter letzteren vor allem die »Geschichte der Naturforschenden Gesellschaft in Basel während der ersten fünfzig Jahre ihres Bestehens« von Peter Merian in der Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum, 1867; ferner gelegentlich das Archiv des Naturhistorischen Museums und der handschriftliche Nachlass Peter Merians. Durch Mitteilung einzelner Daten haben mich die HH. Dr. August Burckhardt, Dr. C. Chr. Bernoulli, Prof. J. Schneider, M. Knapp, Prof. Felix Stähelin, Prof. H. Rupe, Dr. Carl Stehlin verpflichtet, denen ich hiemit meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Andre Angaben sind A. Teichmann, Programm zur Rectoratsfeier 1885, entnommen.

[3]) Für alles was die medizinische Fakultät und deren Lehrer betrifft sei auf die vortreffliche Darstellung von Prof. Albrecht Burckhardt »Geschichte der medizinischen Fakultät zu Basel 1460—1900«, Basel, F. Reinhardt, 1917 verwiesen.

[4]) Societas physico-medica. — Peter Merian, Geschichte der naturforschenden Gesellschaft in Basel während der ersten fünfzig Jahre ihres Bestehens. Festschrift, herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Basel zur Feier des fünzigjährigen Bestehens 1867. — Fritz Burckhardt, Ueber die physikalischen Arbeiten der Societas physica helvetica 1751—1787. Festrede, gehalten bei der Feier des fünfzigjährigen Bestehens der Naturf. Ges. in Basel. 1867.

5) Samuel Wyttenbach und Henri Albert Gosse. — R. Wolf, Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz Band I, 1858 und Band II, 1859. — La Fondation de la société hélvétique des sciences naturelles en 1815. Correspondance de Henri Albert Gosse et de Samuel Wyttenbach 1809—1815. Genève 1915.

6) Daniel Huber. — P. Merian in Verhandl. der Schweiz. Naturf. Ges. in S. Gallen 1830 (1831). — R. Wolf l. c. I, 1858. — Ueber seine kartographische Tätigkeit: J. H. Graf in Mitteilungen der Naturf. Ges. in Bern 1903; F. Burckhardt, diese Verhandlungen XV p. 334. — Ueber seine meteorologischen Beobachtungen: A. Riggenbach, Die Geschichte der meteorologischen Beobachtungen in Basel, 1892.

7) Carl Friedrich Hagenbach. — F. Meisner, Bericht über die Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel IX p. 57. — Albrecht Burckhardt l. c. passim. — Fritz Burckhardt, Geschichte der botanischen Anstalt in Basel, diese Verhandlungen XVIII. — A. Binz, Die Erforschung unserer Flora seit Bauhin's Zeiten bis zur Gegenwart, ibid. XIII. — A. Binz, Die Herbarien der botanischen Anstalt in Basel, ibid. XIX.

8) Christoph Bernoulli. — Fritz Burckhardt in Zeitschrift für schweizerische Statistik, 34. Jahrgang 1898 (Auf dem Separatabzug ist irrtümlicherweise »33. Jahrgang« angegeben).

9) Daniel Wolleb. — A. Binz, Die Herbarien l. c.; A. Riggenbach, Die Geschichte der meteorolog. Beobachtungen in Basel 1892.

10) Ludwig Falkner. — Wissenschaftliche Zeitschrift, herausgegeben von Lehrern der Basler Hochschule II, 3, 1824 p. 149 (Rezension).

11) Ludwig Mieg. — F. Meisner in Bericht über die Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel X, 1852, p. 163.

12) Daniel Bernoulli. — Abschiedsrede und Personalien von Herrn D. B. med. Dr., gewesener Domprobsteischaffner, an seine Hinterlassenen. Gedruckt bei Niclaus Müller sel. Witwe in Basel, 1834.

13) Wilhelm Haas. — Verhandlungen der Schweizerischen Naturf. Ges. 1838, p. 240.

14) Hieronymus Bernoulli. — Verhandlungen der Schweizerischen Naturf. Ges. 1830, p. 89.

15) Heussler'sche und Dienast-Linder'sche Sammlungen. — A. Müller, diese Verhandlungen IV, pag. 97.

II.

16) Bei der Abfassung dieses Abschnittes hatte ich mich an einigen Stellen der Mitarbeit der Herren Professoren Fritz Fichter, August Hagenbach und Gustav Senn zu erfreuen; ihre Beiträge sind durch Initialen in Klammern kenntlich gemacht (F. F.; A. H.; G. S.).

17) Die ersten Statuten sind abgedruckt bei Peter Merian 1867 l. c. (s. Anm. 4).

18) Rudolf Hanhart. — Th. Burckhardt-Biedermann, Geschichte des Gymnasiums zu Basel. Basel 1889, p. 215.

19) Der Name »Naturwissenschaftliches« Museum wurde gewählt, weil die Anstalt auch das physikalisch-chemische Institut mitumfasste. Nachdem die Verwaltung des letztern durch das Universitätsgesetz von 1866 abgetrennt worden war, nahm das Museum den Namen »Naturhistorisches Museum« an.

20) s. F. Burckhardt in »Die Eröffnungsfeier des Bernoullianums in Basel 2. Juni 1874«

[21]) Der »Vorschlag« von 1821 ist abgedruckt bei Peter Merian 1867 l. c. (s. Anm. 4).

[22]) Eröffnungsrede der siebenten Jahresversammlung der allgem. schweizerischen Gesellschaft für gesamte Naturwissenschaften; gehalten in Basel 23. Heumonat 1821 von ihrem dermaligen Vorsteher Daniel Huber, Professor der Mathematik und Bibliothekar. Basel 1821, — Naturwissenschaftlicher Anzeiger der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, herausgegeben von Fr. Meisner. Fünfter Jahrgang, 1823. p. 9. — Bibliothèque universelle XVII, 1821 p. 325.

[23]) Peter Merian. — L. Rütimeyer, Programm zur Rektoratsfeier der Universität Basel 1883 (mit Beitrag von A. Riggenbach über Merian's meteorologische Tätigkeit). — Anonymus (Fritz Burckhardt?) in Basler Nachrichten 1883, 10. und 11. Februar. — Albrecht Müller in Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1883. — Hermann Christ im Basler Jahrbuch für 1892. — A. Riggenbach 1892 (s. Anm. 2). — Die Angabe Rütimeyers, P. Merian habe seine wissenschaftliche Korrespondenz zerstört, ist glücklicherweise irrig; Merians handschriftlicher Nachlass enthält einige hundert von Fachgenossen an ihn gerichtete Briefe. Der dritte der drei bei Rütimeyer abgedruckten Briefe von P. Merian an B. Studer ist nicht vom 18. August 1882, sondern vom gleichen Tage des Jahres 1877 datiert.

[24]) Rudolf Merian, der jüngere Bruder von Peter Merian. — Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1872 (1873) p. 359.

[25]) Christoph Staehelin. — Geb. 1804, in den dreissiger Jahren Fabrikant, seit 1848 Dozent für Physik, 1853 kurze Zeit Ordinarius dieses Faches, † 1870.

[26]) Carl Gustav Jung. — W. His in Gedenkschrift zur Eröffnung des Vesalianums etc. 1885.

[27]) Eduard Hagenbach-Geigy. — Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1843, p. 235. — Carl Friedrich Hagenbach hatte vier Söhne: 1. Carl Rudolf 1801—1874. Professor der Theologie, Vater von Prof. Eduard Hagenbach-Bischoff; 2. Jacob 1802—1825, Entomologe, Konservator am Reichsmuseum in Leyden (s. Anm. 32); 3. Fritz 1804— 1900, Apotheker, Vater von Prof. Fritz Hagenbach-Berri; 4. Eduard 1807—1843, der obige, Vater von Prof. Eduard Hagenbach-Burckhardt.

[28]) Friedrich Meisner. — F. B. (Fritz Burckhardt?) in Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1874, pag. 187. — E. Wunschmann in Allgemeine deutsche Biographie XXI, p. 246.

[29]) Friedrich Fischer. — Prantl in Allgemeine deutsche Biographie VII, 66.

[30]) Diesem Medizinischen Verein übertrug die Naturforschende Gesellschaft 1840 die Beantwortung des Fragebogens, welchen eine von der schweizerischen Gesellschaft im selben Jahre ernannte »Kommission zur Aufnahme einer Statistik des Cretinismus in der Schweiz« an die sämtlichen Kantonalgesellschaften richtete. Ein Auszug aus der Antwort des Vereins steht im fünften Heft der »Berichte« p. 245.

[31]) J. J. Bernoulli. — L. Rütimeyer, diese Verhandlungen X, p. 844.

[32]) Jakob Hagenbach. — M. Lutz, Moderne Biographien 1826, p. 384. — Vergl. Anm. 27 und Rütimeyer an der in Anm. 33 zitierten Stelle.

[33]) Ludwig Imhoff. — L. Rütimeyer, diese Verhandlungen V, p. 353.

[34]) Johannes Roeper. — E. Wunschmann in Allgemeine deutsche Biographie XXIX, p. 149.

35) Ch. Fr. Schönbein. — G. W. A. Kahlbaum und Ed. Schaer, Christian Friedrich Schönbein 1799—1868. Monographien aus der Geschichte der Chemie IV. und VI. Heft 1900 und 1901. — Ed. Hagenbach, Chr. Fr. Schönbein, Programm für die Rektoratsfeier 1868. — Ferner: P. Merian, diese Verhandlungen V, p. 341; Kahlbaum in Basler Jahrbuch 1900, sowie die Reden bei der Schönbein-Feier, diese Verhandlungen XII, Anhang.

36) Die Statuten von 1830 sind wieder abgedruckt bei Peter Merian 1867 l. c. (s. Anm. 4).

37) Peter Merian schrieb 1880 an Alexander Ecker, als dieser seine Biographie Okens (Lorenz Oken, Stuttgart 1880) verfasste: »Okens Vorlesungen waren ziemlich zahlreich besucht. Der einen über Naturphilosophie habe ich selbst beigewohnt, aber nicht zu meiner Befriedigung, denn es kamen, gelinde gesagt, höchst abenteuerliche Aufstellungen zum Vorschein. Die zweite Vorlesung, über Naturgeschichte, habe ich nicht besucht. Als junger, eben erst angestellter Professor sass ich noch nicht in der Behörde, sprach mich aber privatim lebhaft gegen Okens Anstellung aus.« Rektor Hanhart urteilte milder: »Auch der Naturforscher Oken hat hier für seine Vorlesungen über Naturgeschichte vor einer grossen Versammlung die verdiente Anerkennung gefunden.« (Wissenschaftliche Zeitschrift etc. I, 2,1823, p. 136.) Das Protokoll vom 22. Jan. 1822 bemerkt: »H. Prof. Oken beehrt die Gesellschaft mit seinem Besuche.«

38) s. M. Knapp, Julius Robert Meyer zum Gedächtnis. Diese Verhandlungen XXVI, p. 1.

39) Die späteren Besetzungen des Vorstandes sind aus Beilage 4 zu ersehen.

40) Verhandlungen der Schweizerischen Naturf. Ges. 1838. — Basler Zeitung 1838 Nr. 163—166.

41) Friedrich Miescher-His. — Moritz Roth, Zur Erinnerung an Herrn Professor F. M.-H. Basel 1887.

42) Alexander Ecker. — Badische Biographien ed. Weech IV, p. 97.

43) Carl Bruch. — Geb. 1819 in Mainz, 1847 Dozent in Heidelberg, 1850 bis 1855 in Basel, dann in Giessen; † 1884.

44) Albrecht Müller. — L. Rütimeyer, diese Verhandlungen IX, 409. — C. Sch. (Carl Schmidt) in Verh. der Schweiz. Naturf. Ges. 1890, p. 247.

45) Christoph Burckhardt. — Geb. 1810, Dr. med., seit 1849 Mitglied der Kommission zum naturwissenschaftlichen Museum, † 1875.

46) Rudolf Preiswerk. — Meisner, Bericht über die Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel V, 165.

47) Alfred Frey. — Geb. 1819 in Aarau, 1854—60 Dozent für Botanik in Basel, † 1874 in Knutwyl (Kanton Luzern).

48) Rudolf Sulger und Georg Hoffmann. — Samuel Preiswerk in Jahresbericht der Sektion Basel des S. A. C. pro 1913.

49) Die Naturforschende Gesellschaft in Basel. Basel, Druck von Otto Stuckert, 1858. (Anonym.)

50) Photographische Reproduktion des Schattenspiels auf der öffentlichen Bibliothek. — Die übrigen dargestellten sind die Professoren De Wette, Gerlach, Picchioni, Heitz, Windscheid, Brömmel, die in akademischen Kreisen viel verkehrende Charlotte Kestner und der Pedell Scholer.

51) Festschrift zur Einweihung des Museums in Basel am 26. November 1849. Basel, Schweighauser'sche Universitätsdruckerei.

52) Verhandlungen der Schweizerischen Naturf. Ges. 1856. — Basler Zeitung 1856, Nr. 200—204.

53) Ludwig Rütimeyer. — »Ungeordnete Rückblicke auf den der Wissenschaft gewidmeten Teil meines Lebens« in »Gesammelte kleine Schriften von

L. Rütimeyer. Basel, H. Georg & Cie., 1898, I.« — Ferner: C. Schmidt in Verh. der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1895, p. 213; R. Burckhardt in Allgemeine Schweizerzeitung 1895, Nr. 281—283; W. His im Anatomischen Anzeiger 1896; L. E. Iselin im Basler Jahrbuch für 1897.

54) Wilhelm His-Vischer. — J. Kollmann. diese Verhandlungen XV, p. 434. — R. Burckhardt, Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte 1901, Nr. 13.

55) Christoph Aeby. — W. His in Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte XV, 1885.

56) Fritz Burckhardt. — M. Knapp, diese Verhandlungen XXV, p. 244. — F. Schneider, Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1914, Nekr. p. 1. — G. Imhof in Basler Jahrbuch für 1914.

57) Gustav Wiedemann. — Eduard Hagenbach in Naturwissenschaftliche Rundschau XIV, 1899 Nr. 24, p. 307.

58) Johann Carl Friedrich Zoellner. — Robert Knott in Allgemeine deutsche Biographie XLV, p. 426.

59) Eduard Hagenbach-Bischoff. — H. Veillon, diese Verhandlungen XXII, p. 46. — H. Veillon und F. A. Forel, Verhandl. der Schweiz. Naturf. Ges. 1911, Nekr. p. 1. — F. Zschokke, Basler Jahrbuch 1917.

60) Hermann Kinkelin. — Fäh, Schärtlin und Flatt, Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1913, Nekr. p. 34. — R. Flatt, Basler Jahrbuch 1914.

61) S. Samuel Preiswerk an der Anm. 48 zitierten Stelle.

62) Vergl. Anm. 4.

63) In Erwiderung dieser Aufmerksamkeiten ist der »historisch-antiquarischen Gesellschaft« — wie sich die historische Gesellschaft seit ihrer Vereinigung mit der antiquarischen nennt — 1886 zu ihrem fünfzigjährigen Jubiläum das erste Heft von Band VIII unserer Verhandlungen gewidmet worden. — Als nachträglichen Festgruss hat Wilhelm Wackernagel 1869 unserer Gesellschaft die zweite Auflage seiner Studie »Voces variae animantium. Ein Beitrag zur Naturkunde und zur Geschichte der Sprache« (Basel, C. Detloff) zugeeignet. Er ist daraufhin zum Ehrenmitgliede ernannt worden.

64) Victor Gilliéron. — Ed. Greppin in Verhandl. der Schweiz. Naturf. Ges. 1890, p. 234.

65) Jean Baptiste Greppin. — V. Gilliéron in Verhandl. der Schweiz. Naturf. Ges. 1882, p. 74.

66) Andreas Bischoff-Ehinger. — L. Rütimeyer, diese Verhandlungen VI, p. 549.

67) Friedrich Miescher-Rüsch. — A. Jaquet, diese Verhandlungen XI, p. 399. — W. His in »Die histo-chemischen und physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher, gesammelt und herausgegeben von seinen Freunden«. Band I, Leipzig 1897.

68) Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Ges. 1876. — Basler Nachrichten 1876, Nr. 198—202; Allgemeine Schweizer-Zeitung 1876, Nr. 200—201; Schweizer Grenzpost 1876, Nr. 198—201; Schweizer Volksfreund 1876, Nr. 199—200, 203.

69) Ein einziges Mitglied hat bis jetzt der Gesellschaft noch länger angehört, nämlich der Anm. 21 erwähnte Stadtrat Fritz Hagenbach-Merian, der 1829 eingetreten und 1900 gestorben ist.

70) Georg W. A. Kahlbaum. — Ed. Hagenbach, diese Verhandlungen XVIII, p. 379. — F. Fichter, Verhandl. der Schweiz. Naturf. Ges. 1905, Nekr. p. XLVI.

71) Fritz Müller. — L. Rütimeyer und Th. Lotz, diese Verhandlungen XI, p. 259.

72) Karl VonderMühll. — M. Knapp, diese Verhandlungen XXIII, p. 1.

73) Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1892. — Der Basler Gesellschaft wurde bei Anlass ihres 75jährigen Jubiläums von ihrem damaligen Sekretär A. Riggenbach die in Anmerkung 6 zitierte Schrift gewidmet.

74) Die Statuten von 1894 sind abgedruckt in Band X dieser Verhandlungen.

75) A. Gessler, Christian Friedrich Schönbein. Ein Festspiel zu seinem hundertsten Geburtstage. Basler Jahrbuch 1900.

76) Die Statuten von 1908 und 1914 sind nur separat gedruckt worden.

77) Pierre Chappuis. — A. Hagenbach, diese Verhandlungen XXVII, p. 87.

78) Rudolf Burckhardt. — G. Imhof, diese Verhandlungen XX, p. 1.

79) Carl Passavant. — A. Gönner, diese Verhandlungen VIII, 537.

80) Im Adressbuch der Stadt Basel für 1917 sind verzeichnet: Entomologenverein Basel und Umgebung, gegründet 1904; Gesellschaft »Aquarium« Basel, gegründet 1909; Tier- und Naturfreunde Basel, gegründet 1889.

81) Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1910.

III.

82) S. Rudio l. c. (Anm. 1) p. 31.

83) Auf den einladenden Boten scheint man schon bald nach Beginn der zwanziger Jahre verzichtet zu haben. Mitte der dreissiger Jahre waren gedruckte Einladungsformulare in Kartenform in Gebrauch, welche wahrscheinlich vom Sekretär ausgefüllt wurden; denjenigen Mitgliedern, welche es wünschten, wurden solche auch nach Einführung der Zeitungsinserate noch zugestellt. Von 1838 an wurde in der Basler Zeitung, von 1846 an auch im Intelligenzblatt inseriert usf. Die jetzt üblichen gedruckten Einladungskarten sind 1898, neben den Inseraten, eingeführt worden.

84) s. A. Binz, Die Herbarien der botanischen Anstalt in Basel, diese Verhandlungen XIX, p. 141, 155.

85) Der »kurze Bericht über den Zustand der öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen in Basel« im ersten Heft der »Berichte« 1835 enthält auch Abschnitte über die botanische Anstalt und über das »Anatomische Museum«. Die in der Folge abgedruckten Geschenklisten beziehen sich nur auf das »Naturwissenschaftliche Museum«, von 1866 an auf das »Naturhistorische Museum« (vergl. Anm. 19), aber bis 1877 mit Einschluss der Naturwissenschaftlichen Bibliothek. Eine Notiz über die Verlegung des botanischen Gartens vor das Aeschentor ist in Heft V der Berichte p. 266 enthalten. Spätere Berichte über die anatomische Sammlung stehen in Band X (p. 34) und XX (p. 180) der Verhandlungen, solche über die — seither grössernteils mit dem Naturhistorischen Museum vereinigte — vergleichend-anatomische Sammlung in Band VII (p. 234) und Band X (p. 486).

86) Da der Umfang dieser Sammlungsberichte ständig zunahm, sah sich die Gesellschaft 1911, im Interesse der wissenschaftlichen Abhandlungen, veranlasst, den Raum, welchen sie den Museumsdirektionen unentgeltlich zur Verfügung stellt, auf 1½ Bogen pro Jahr zu limitieren. Ausser den Jahresberichten sind übrigens auch einige Kataloge des Naturhistorischen Museums in die Verhandlungen aufgenommen worden: 1. Katalog der herpetologischen Sammlung, Band VI, mit acht Nachträgen, Band VII—VIII, X, XIII; Verzeichnis der Originalien der geologischen Sammlungen, Band XV: Katalog der osteologischen Sammlung, recente Abteilung, Band XXIV.

87) P. Merian, Bericht über die Verhandlungen, Heft 1, p. 74.

88) A. H. Wartmann l. c. (s. Anm. 1) p. 13.

89) Statistische Zusammenstellungen über den Zuwachs der Bibliothek. — Bericht über die Verhandlungen etc. 1. p. 74 (1835). — Festschrift zur Einweihung des Museums in Basel p. 12 (1849). — Diese Verhandlungen IV, p. 608 (1866) und VI, p. 214 (1873).

90) Verzeichnisse der Tauschgesellschaften. — Diese Verhandlungen VII (1885), VIII (1890), IX (1893), X (1894), XI (1897), XII (1900), XV (1904), XXII (1911).

91) Herstellung und Drucklegung des Verzeichnisses sind von Fräulein Dr. R. Eglinger unter Anleitung von Herrn Oberbibliothekar C. Chr. Bernoulli besorgt worden. Beiden sei für ihre Mühewaltung bestens gedankt.

IV.

92) Herrn Oberbibliothekar C. Chr. Bernoulli spreche für den freundlichen Beistand, den er mir bei Abfassung dieses Abschnittes geleistet, Herrn Prof. G. Braun für den Beitrag, den er mir zu demselben geliefert hat, meinen verbindlichsten Dank aus.

V.

93) Obwohl nicht in die Geschichte unserer Gesellschaft gehörig verdienen die Bemühungen Daniel Hubers um die Wiederaufnahme der Acta helvetica und um die Begründung der Denkschriften hier erwähnt zu werden. — Mit der Societas physica wollte Huber 1815 auch deren Acta wieder ins Leben rufen. Allerdings hatte er dabei das Bedenken sein Plan könnte ähnliche Absichten der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft durchkreuzen. Dieser Konkurrenz zu machen wünschte er durchaus nicht; aus seinem Briefwechsel mit Wyttenbach geht vielmehr hervor, dass es ihm sehr willkommen gewesen wäre, wenn die schweizerische Gesellschaft die Weiterführung der Acta auf ihr eigenes Programm genommen hätte. Nachdem dann der Versuch die Societas physica wieder herzustellen gescheitert war und die schweizerische Gesellschaft in Zürich beschlossen hatte eine neue Sammlung von Abhandlungen herauszugeben — womit Huber ganz einverstanden war — schienen die Acta definitiv begraben. Allein die schweizerische Gesellschaft zögerte den Zürcher Beschluss zur Ausführung zu bringen, ein Jahresvorstand schob die heikle Aufgabe dem andern zu. Als es Huber selbst, während seines Präsidiums 1821, auch nicht gelungen war den Stein ins Rollen zu bringen, kam er auf den Gedanken eine Fortsetzung der Acta auf eigene Rechnung und Gefahr zu unternehmen und solange fortzusetzen bis die von der schweizerischen Gesellschaft geplante Zeitschrift im Falle wäre sie abzulösen. August Wieland, der damalige Inhaber der Schweighauser'schen Buchhandlung, welche den letzten Band der Acta gedruckt hatte, machte ihm eine annehmbare Druckofferte, verschiedene schweizerische Fachgenossen, denen er seinen Plan vorlegte, bezeugten ihm ihr Interesse an demselben, schliesslich aber verlief sich die Sache im Sande, wie es scheint infolge Stoffmangels. An der Berner Versammlung 1822, der er nicht beiwohnen konnte, drang Huber dann nochmals schriftlich auf beförderliche Anhandnahme der Denkschriften und erreichte wenigstens soviel, dass eine Kommission zum näheren Studium der Angelegenheit bestellt wurde. Energisch betrieben wurde die Sache aber erst von dem 1826 eingesetzten Generalsekretariat in Zürich. Der erste Band der Denkschriften ist schliesslich in Hubers Todesjahr 1829 erschienen.

94) In den siebzehnhundertsechziger Jahren hatte die Zürcher Gesellschaft drei Bände Abhandlungen publiziert. Seit 1799 gibt sie alljährlich ein Neu-

jahrsblatt heraus. — Zu der Zeit da in Basel die »Berichte« begründet wurden, versuchten in Zürich zwei private Unternehmungen ihr Glück, die sich aber beide nicht lange zu halten vermochten: die »Schweizerische Zeitschrift für Natur- und Heilkunde, herausgegeben von Chr. Fr. von Pommer« (1834 bis 1841) und die »Mitteilungen aus dem Gebiet der theoretischen Erkunde, herausgegeben von Julius Froebel und Oswald Heer« (1834—1836).

95) Siehe Beilage 5. — Da das letzte Heft der Berichte erst am 21. September 1853 unter die Mitglieder verteilt worden ist, trägt es wahrscheinlich die Jahreszahl 1852 zu Unrecht.

96) In Beilage 5 sind Publikationsjahr und Ausdehnung der einzelnen Hefte von Band I—XX der Verhandlungen angegeben.

97) Ein Namensverzeichnis und Sachregister der Bände VI—XII der Verhandlungen war schon Band XII beigegeben worden.

98) Protokolle vom 3. November 1886 und 29. Juni 1887.

VI.

99) Rudio l. c. und Graf l. c (s. Anm. 1).

100) Peter Merian ist von 1836 bis 1880 Mitglied und seit 1849 Präsident der Denkschriftenkommission, von 1859 bis zu seinem Tode 1883 Mitglied der geologischen Kommission gewesen. Ausserdem hat er in verschiedenen Kommissionen von kürzerem Bestand mitgewirkt, u. a. in der topographischen Kommission, welche die Herstellung der Dufourkarte in die Wege geleitet hat und in der ersten meteorologischen Kommission (1827—32). — Rütimeyer und Hagenbach haben beide dem 1867 ernannten Gletscherkollegium und nachher bis zu ihrem Tode der Gletscherkommission angehört; Rütimeyer hat das erstere von 1882 bis 1893 präsidiert, Hagenbach die letztere von 1893 bis 1910. Rütimeyer ist ferner von 1880 bis 1895 Mitglied der Denkschriftenkommission, von 1875 bis 1895 Mitglied der Kommission für die Schläflistiftung gewesen, Hagenbach von 1878 bis 1895 Mitglied der Erdbebenkommission, von 1895 bis 1908 der Denkschriftenkommission, von 1875 bis 1881 der meteorologischen Kommission und hat später auch noch der aus dieser hervorgegangenen Aufsichtskommission der Meteorologischen Zentralanstalt angehört.

101) Das Porträt Daniel Hubers ist die Reproduktion einer, wahrscheinlich als Vorstudie zu dem Ölbild in der Aula entstandenen, Zeichnung, welcher eine im Besitz der Familie befindliche Miniatur aus dem Jahre 1805 zugrunde liegt. Dasjenige Christoph Bernoulli's ist die Wiedergabe des Ölbildes von C. Hitz in der Aula, dasjenige Peter Merian's die eines, im Besitz seines Enkels, Professor Rudolf Thurneysen in Bonn, befindlichen, nicht signierten kleinen Ölbildes aus dem Anfang der zwanziger Jahre. Die Vorlage zu dem Bild von Roeper, das aus dem Jahre 1846 stammt, ist mir von dessen Tochter, Fräulein Sophie Roeper, auf freundliche Verwendung von Herrn Prof. P. Falkenberg in Rostock, gütigst zur Verfügung gestellt worden. Das wiedergegebene Bild von Schönbein wurde seinerzeit im Auftrag von Prof. Kahlbaum von Herrn F. Kraus nach der kleinen, in der Stellung sehr lebendigen, Büste von Breikle aus dem Jahre 1855 unter Mitbenützung verschiedener Photographien gezeichnet. (Vergl. The letters of Faraday and Schönbein ed. Kahlbaum and Darbishire 1899.) Die übrigen Porträts sind teils der Meyer'schen Porträtsammlung auf der öffentlichen Bibliothek entnommen, teils von hiesigen Angehörigen der dargestellten zur Verfügung gestellt worden. Allen, die mir bei der Zusammenstellung der Bilder behilflich gewesen sind, spreche ich meinen wärmsten Dank aus.

Beilagen.

Beilage 1.

Mitgliederbewegung der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 1817—1917.

Jahr	Ordentliche Mitglieder	Wohnbevölkerung	Jahr	Ordentliche Mitglieder	Wohnbevölkerung
1815	—	16,674	1878	138	—
Jan. 1817	22	—	1880	—	60,550
Ende 1817	24	—	1885	131	—
1827	36	—	1888	—	69,809
1835	44	21,219	1889	199	—
1837	55	—	1897	206	—
1840	98	—	1900	231	109,169
1843	102	—	1902	238	—
1847	96	25,787	1904	246	—
1850	—	27,170	1906	235	—
1851	88	—	1908	229	—
1857	104	—	1910	277	132,577
1860	106	37,915	1912	334	—
1863	119	—	1914	354	—
1867	128	—	1915	351	—
1870	—	44,122	1916	361	—
1873	126	—	Juni 1917	387	—

Beilage 2.

Ehrenmitglieder und Korrespondierende Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 1830—1917.

Ehrenmitglieder.

1833—1917.

(Die noch lebenden sind mit einem * bezeichnet.)

			Ernannt
1.	Herr	Merian, Fr., Pfarrer, Basel	1833
2.	„	Buckland, W., Dr., Oxford	1839
3.	„	Danniel, J. Fr., Prof., London	1839
4.	„	Herschel, J. W., Baronet, Slough	1839
5.	„	Philipps, R., Prof., London	1839
6.	„	Wheatstone, Ch., Prof., London	1839
7.	„	Fuss, P. H., Staatsrat und ständiger Sekretär der k. Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg	1843
8.	„	Fuss, N., Prof., St. Petersburg	1843
9.	„	Cuming, Esq., London	1851
10.	„	Schattenmann, H., Fabrikdirektor, Buchsweiler	1851
11.	„	Rüppel, Ed., Dr., Frankfurt a. M.	1851
12.	„	von Pettenkofer, Max, Prof., München	1860
13.	„	Kuhlmann, H. F., Fabrikant, Lille	1864
14.	„	Sainte Claire-Deville, Henri, Prof., Paris . . .	1865
15.	„	Wackernagel, W., Prof., Basel	1869
*16.	„	Schwendener, S., Prof., Berlin . . . . (ordentliches Mitglied seit 1867)	1880
17.	„	Agassiz, Alexandre, Museumsdirektor, Cambridge Mass.	1880
18.	„	Günther, Albert, Konservator am British Museum, London	1880
*19.	„	Sudhoff, Karl, Dr. med., Hochdahl b. Düsseldorf	1895
*20.	„	Engler, Karl, Prof., Karlsruhe	1899
21.	„	Schär, Eduard, Prof., Strassburg	1899
*22.	„	Coaz, Johann, Dr., eidgen. Oberforstinspektor, Bern	1902

			Ernannt
23.	Herr	de Loriol, Percival, Palaeontologe, Genf . . .	1904
*24.	„	Schweinfurth, G., Prof., Berlin	1908
*25.	„	von Hedin, Sven, Dr., Stockholm	1909
26.	„	Burckhardt, Fritz, Prof., Basel . . . . (ordentliches Mitglied seit 1853)	1910
27.	„	Brunner-von Wattenwyl, Karl, Dr., Wien . .	1913
*28.	„	Major, C. J. Forsyth, Dr., Bastia (Corsica) . . (korrespondierendes Mitglied seit 1880)	1913
*29.	„	Lochmann, J. J., Oberst, Lausanne	1916
*30.	„	Studer, Theophil, Prof., Bern . . . . (korrespondierendes Mitglied seit 1900)	1916

Korrespondierende Mitglieder.

1830—1917.

(Die noch lebenden sind mit einem * bezeichnet.)

1.	Herr	Buff, Heinrich, Dr. phil., Giessen	1830
2.	„	Mowath, Dr. med., England	1830
3.	„	Wydler, Heinrich, Dr. med., Bern	1830
4.	„	Hanhart, Rudolf, Pfarrer, Gachnang (Thurgau) . (ordentliches Mitglied seit 1818)	1831
5.	„	Ryhiner, Friedrich, Dr. med., Amerika . . . (ordentliches Mitglied seit 1830)	1835
6.	„	Brunner, Karl, Prof., Bern	1835
7.	„	Frei-Herosé, Friedrich, Oberst, Aarau	1835
8.	„	Schinz, Rudolf, Prof., Zürich	1835
9.	„	Studer, Bernhard, Prof., Bern	1835
10.	„	Vogt, Heinrich, Schwetzingen	1835
11.	„	Agassiz, Louis, Prof., Neuenburg	1836
12.	„	Braun, Alexander, Prof., Karlsruhe	1836
13.	„	Brongniart, Adolphe, Prof., Paris	1836
14.	„	Dunal, Felix, Prof., Montpellier	1836
15.	„	de Jussieu, Adrien, Prof., Paris	1836
16.	„	Mirbel, Prof., Paris	1836
17.	„	Mohl, Hugo, Prof., Tübingen	1836
18.	„	Walchner. Fr. Aug., Prof., Karlsruhe	1836
19.	„	de la Rive, Aug., Prof., Genf	1836
20.	„	Dettwiler, Dr. med., Hellertown (Pensylvanien) .	1836
21.	„	Graham, Thomas, Prof., Glasgow	1836
22.	„	Faraday, Michael, Prof., London	1836
23.	„	Shuttleworth, J. R., Bern	1836

			Ernannt
24.	Herr	Roeper, Joh., Prof., Rostock . . . . (ordentliches Mitglied seit 1826)	1836
25.	„	Breschet, Prof. med., Paris	1837
26.	„	Kunze, Gustav, Prof., Leipzig	1838
27.	„	Martius, C. F. Ph., Prof., München	1838
28.	„	Meyer, Ernst, Prof., Königsberg	1838
29.	„	Plieninger, Th., Prof., Stuttgart	1838
30.	„	von Schlechtendal, D. F. L., Prof., Halle . . .	1838
31.	„	Elizalde, José, Dr. med., Cadiz	1838
32.	„	von Seckendorf, Salinendirektor, Schweizerhall .	1838
33.	„	Daeublin, Nikolaus, Efringen	1838
34.	„	Mougeot, Dr. med., Bruyères	1838
35.	„	Ducrotay de Blainville, Henri Marie, Prof., Paris	1838
36.	„	Loewig, K. J., Prof., Zürich	1838
37.	„	von Pommer, Prof., Zürich	1838
38.	„	Gurlt, J. G., Prof., Berlin	1838
39.	„	Jaeger, Georg Fr., Prof., Stuttgart	1839
40.	„	Schoenlein, J. K., Prof., Berlin	1839
41.	„	Risso, G. A., Prof., Nizza	1839
42.	„	Tschudi, Ad., Dr., Glarus	1839
43.	„	Bider, Dr. med., Langenbruck	1839
44.	„	Matt, J. J., Dr. med., Bubendorf	1839
45.	„	Brayley, E. W., London	1839
46.	„	Cooper, Thomas, Esq., London	1839
47.	„	Everitt, Thomas, Esq., London	1839
48.	„	Grove, W. R., London	1839
49.	„	Melson, J. B., Dr., Birmingham	1839
50.	„	Mohr, K. F., Dr. phil., Koblenz	1839
51.	„	Watkins, F., London	1839
52.	„	Ryhiner, Carl, Mechaniker, St. Louis (Missouri)	1839
53.	„	Delessert, Adolphe, Paris	1839
54.	„	Gassiot, Esq., London	1839
55.	„	Golding-Bird, Dr., London	1839
56.	„	Im Thurn, E., Tierarzt, Schaffhausen . . . . (ordentliches Mitglied seit 1837)	1839
57.	„	Kettiger, Joh., Schulinspektor, Liestal . . . . (ordentliches Mitglied seit 1837)	1839
58.	„	Bovet, Charles, Fleurier (Neuenburg)	1840
59.	„	Riis, Andreas, Missionar an der afrikanischen Goldküste	1840
60.	„	Wölfflin, J. J., schweizerischer Konsul, Mexiko .	1840
61.	„	Valentin, G. G., Prof., Bern	1841

			Ernannt
62.	Herr	Meyer, Philipp, Apotheker, Batavia	1841
63.	„	Meyer, Emanuel, Dr. med., Batavia	1841
64.	„	Streckeisen, Carl, Dr. med., Batavia (ordentliches Mitglied seit 1837)	1841
65.	„	Streckeisen, Eduard, Meiringen (ordentliches Mitglied seit 1839)	1841
66.	„	Schenkel, Daniel, Pfarrer, Schaffhausen (ordentliches Mitglied seit 1839)	1841
67.	„	Blume, Karl L., Dr. med., Direktor des Reichsherbariums, Leiden	1842
68.	„	Müller, Salomon, Prof., Leiden	1842
69.	„	Schlegel, Hermann, Museumskonservat., Leiden	1842
70.	„	Temmink, Conrad, Museumsdirektor, Leiden	1842
71.	„	Reinhardt, C. G. C. Prof., Leiden	1842
72.	„	von Siebold, P. F., Prof., Leiden	1842
73.	„	Respinger, Carl, Havannah	1843
74.	„	Miescher, Friedrich, Prof., Bern (ordentliches Mitglied seit 1837)	1844
75.	„	von Siebold, C. Th., Prof., Freiburg i. Br.	1836
76.	„	Stannius, Hermann, Prof., Rostock	1846
77.	„	Koch, Heinrich, von Zürich, Triest	1847
78.	„	Perrey, Alexis, Prof., Dijon	1848
79.	„	Koechlin-Schlumberger, Joseph, Mülhausen	1848
80.	„	Ecker, Alexander, Prof., Freiburg i. Br. (ordentliches Mitglied seit 1844)	1850
81.	„	Thurmann, J., Prof., Pruntrut	1851
82.	„	Mulsant, E., Bibliothekar, Lyon	1851
83.	„	Haeussler, Rudolf, Dr., Lenzburg	1852
84.	„	Fischer, J. G., Homburg	1852
85.	„	Schrötter, A., Prof., Wien	1853
86.	„	Drew, Dr., Southampton	1854
87.	„	Gacogne, Alphonse, Lyon	1854
88.	„	Bruch, Carl, Professor, Giessen (ordentliches Mitglied seit 1850)	1855
89.	„	Cornaz, Edouard, Dr. med., Neuenburg	1856
90.	„	Coulon, Louis, Museumsdirektor, Neuenburg	1856
91.	„	Desor, Edouard, Prof., Neuenburg	1856
92.	„	Mayer, J. Robert, Dr. med., Heilbronn	1858
93.	„	Kerner, Dr. phil., Frankfurt a. M.	1858
94.	„	Zimmer, Fabrikant, Frankfurt a. M.	1858
95.	„	Dana, James D., Prof., New-Haven	1860
96.	„	Hall, James, Staatsgeolog, New-York	1860

			Ernannt
97.	Herr	Sillimann, B. (Vater), Prof., New-Haven . . .	1860
98.	„	Joule, J. P., Manchester	1860
99.	„	Daubrée, A., Ingénieur en chef des mines, Paris	1861
100.	„	Schimper W. P., Prof., Strassburg	1861
101.	„	Bolley, P. A., Prof., Zürich	1861
102.	„	Reinsch, Paul, Bezirkslehrer, Therwil	1862
103.	„	Aebi, Christoph, Prof., Bern . . . . (ordentliches Mitglied seit 1858)	1863
104.	„	Wiedemann, Gustav, Prof., Braunschweig . . (ordentliches Mitglied seit 1854)	1863
105.	„	Blum, Reinhard, Prof., Heidelberg	1864
106.	„	Des Cloiseaux, A., Prof., Paris	1864
107.	„	Krayer, Adolf, Shanghai	1864
108.	„	Runge, F. F., Dr., Berlin	1865
109.	„	Euler, Carl, Bom Valle (Brasilien)	1865
110.	„	von Frauenfeld, Georg, Ritter, Wien	1865
111.	„	Joy, Charles A., Prof., New-York	1865
112.	„	Eichler, Aug. Wilh., Dr., München	1866
113.	„	Scheurer-Kestner, A., Chemiker, Thann . . .	1866
114.	„	Dufour, L , Prof., Lausanne	1867
115.	„	Eisenlohr, W., Prof., Karlsruhe	1867
116.	„	Escher von der Linth, Arnold, Prof., Zürich .	1867
117.	„	Frickart, K., Rektor, Zofingen	1867
118.	„	Heer, Oswald, Prof., Zürich	1867
119.	„	Lang, Franz, Prof., Solothurn	1867
120.	„	Siegfried, J., Zürich	1867
121.	„	Wolf, R., Prof., Zürich	1867
122.	„	Güntert, K., Salinendirektor, Rheinfelden . .	1867
123.	„	Müller, W., Apotheker, Rheinfelden	1867
124.	„	Schröter, C., Pfarrer, Rheinfelden	1867
125.	„	De Bary-Schlumberger, Emil, Gebweiler . . .	1867
126.	„	Sandberger, Fridolin, Prof., Würzburg . . .	1868
*127.	„	Müller, Albert, Entomologe, London	1868
128.	„	Jeitteles, L. H., Prof., Salzburg	1870
129.	„	Lortet, Louis, Museumsdirektor, Lyon . . .	1872
130.	„	Ziegler, J. M., Cartograph, Winterthur . . .	1873
131.	„	Bernoulli, Fritz, Bergrat, Berlin	1874
*132.	„	Favre, Ernest, Geologe, Genf	1875
*133.	„	Capellini, Giovanni, Prof., Bologna	1875
134.	„	Bachmann, Isidor, Prof., Bern	1880
135.	„	Benecke, E., Prof., Strassburg	1880
136.	„	Forel, F. A., Prof., Morges	1880

			Ernannt
137.	Herr	Grad, Charles, Logelbach (Elsass)	1880
*138.	„	Groth, Paul, Prof., Strassburg	1880
139.	„	de Loriol, Percival, Palaeontologe, Genf	1880
140.	„	Marignac, J. C., Prof., Genf	1880
*141.	„	Major, C. J., Forsyth, Dr. med., Florenz	1880
142.	„	Mousson, Albert, Prof., Zürich	1880
143.	„	Plantamour, Emile, Prof., Genf	1880
144.	„	vom Rath, Gerhard, Prof., Bonn	1880
145.	„	Renevier, Eugène, Prof., Lausanne	1880
146.	„	Soret, Louis, Prof., Genf	1880
*147.	„	von Tschermak, Gustav, Prof., Wien	1880
148.	„	Hirsch, A., Prof., Neuenburg	1881
149.	„	Billwiller, Robert, Direktor der Meteor. Zentralanstalt, Zürich	1887
150.	„	Schild, Joseph, Arzt, Solothurn	1888
*151.	„	Hagen, Bernhard, Dr. med., Deli (Sumatra)	1892
152.	„	Mühlberg, Fritz, Prof., Aarau	1893
*153.	„	Göldi, Emil, Museumsdirektor, Parà (Brasilien)	1899
*154.	„	Boulenger, G. A., Konservator am British Museum, London	1900
*155.	„	Büttikofer, Joh., Direktor des Zoolog. Gartens, Rotterdam	1900
156.	„	v. Fellenberg, Edmund, Dr. phil., Bern	1900
*157.	„	Koby, F. L., Rektor, Pruntrut	1900
158.	„	von Mechel, Anton, Indragiri (Sumatra)	1900
159.	„	Meyer, A. B., Geheimer Hofrat, Dresden	1900
*160.	„	Steinmann, Gustav, Prof., Freiburg i. Br.	1900
*161.	„	Studer, Theophil, Prof., Bern	1900
*162.	„	Black, P. G., Sidney N-S-Wales	1903
*163.	„	Federspiel, Erwin, Major des Congo-Staates, Stanley-Falls	1903
164.	„	Heierli, Jakob, Dr. phil., Zürich	1903
*165.	„	Iselin, H. K., Pfarrer, Florenz	1903
166.	„	Mieg, Mathieu, Mülhausen	1903
*167.	„	Oberthür, Charles, Rennes	1903
168.	„	Strebel, Hermann, Dr. phil., Hamburg	1903
169.	„	David, J. J., Dr. phil., Egypten	1906
170.	„	Meyer, Theodor, Gagny (Seine et Oise)	1908
*171.	„	Abderhalden, Emil, Prof., Halle	1909
*172.	„	Deecke., W., Prof., Freiburg i. Br.	1912
*173.	„	Choffat, Paul, Dr. phil., Lissabon	1913
*174.	„	Schardt, Hans, Prof., Zürich	1913

Beilage 3.

Ordentliche Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Basel im Jahre 1917.

(Abgeschlossen auf den Tag der Jubiläumsfeier 23. Juni 1917.)

			Ernannt
1.	Herr	Alioth-Merian, Sigismund	1917
2.	„	Alioth-Schlumberger, Adrian	1917
3.	„	Alioth-VonderMühll, Manfred, Dr. phil., Chemiker	1900
4.	„	Anneler, Ernst, Chemiker	1876
5.	„	Bally, W., Dr. phil.	1915
6.	„	Bamberger, Heinrich, Dr. phil., Chemiker	1911
7.	„	Banderet, Emil, Dr. phil., Lehrer	1908
8.	„	Bassalik., K., Dr. phil.	1917
9.	„	Bauer, Camille	1916
10.	„	Baumberger, Ernst, Dr. phil., Lehrer	1900
11.	„	Baumer, K., Lehrer	1912
12.	„	Beck, Theodor, Dr. phil., Chemiker	1917
13.	„	Becker, Viktor, Dr. phil., Chemiker	1909
14.	„	Bernoulli, August, Dr. phil., Prof.	1912
15.	„	Bernoulli-Leupold, Walter, Dr. phil., Chemiker	1912
16.	„	Bernoulli, Walter, Dr. phil., Geologe	1909
17.	„	Besson, A., Dr. phil., Chemiker	1914
18.	„	Bider-Staehelin, Max, Dr. med.	1910
19.	„	Bieberbach, L., Dr. phil., Prof., Frankfurt	1913
20.	„	Bienz, Aimé, Dr. phil., Lehrer	1892
21.	„	Bigler, Walter, Dr. phil., Lehrer	1915
22.	„	Bing, Robert, Dr. med.	1906
23.	„	Binz-Müller, August, Dr. phil., Lehrer	1896
24.	„	Birkhäuser, Rud., Dr. med.	1910
25.	„	Bitterli-Treyer, S., Ingenieur, Rheinfelden	1910
26.	„	Bloch, Alfred, Apotheker	1909
27.	„	Bloch, Bruno, Dr. med., Professor, Zürich	1903
28.	Frl.	Bloch, Hedwig, Dr. med.	1914
29.	„	Boelger, Marie	1911
30.	Herr	Böniger, Melchior, Dr. phil., Chemiker	1917

Ernannt

31. Herr Bollinger-Heitz, Gottfr., Dr. phil., Lehrer . . . 1910
32. „ Bottlinger, K., Ingr. 1913
33. „ Brändlin, Emil, Dr. phil. 1910
34. „ Brack-Schneider, J., Chemiker 1892
35. „ Braun, G., Dr. phil., Professor 1912
36. „ Breitenstein, Albert, Dr. med. 1917
37. „ Brenner, Wilh., Dr. phil., Lehrer 1903
38. „ Brunies, Stephan, Dr. phil., Lehrer 1908
39. „ Bucherer, Emil, Dr. phil., Lehrer 1876
40. „ Buchmann, Ernst, Dr. med. 1916
41. „ Buchmann-Schardt, Chr., Direktor 1911
42. „ Bürgin-Turner, Emil, Ingr. 1883
43. „ Bürki, Fritz, cand. phil. 1917
44. „ v. Bunge, G., Dr. med., Prof. 1886
45. „ Burckhardt, August, Dr. phil. 1917
46. „ Burckhardt-Friedrich, Albr., Dr. med., Prof. . . 1881
47. „ Burckhardt-Fetscherin, H. Dr. jur. 1917
48. „ Burckhardt, Gottlieb, Dr. phil., Lehrer 1894
49. „ Burckhardt, Jean Louis, Dr. med. 1915
50. „ Burckhardt, Karl, Dr. phil. 1894
51. „ Burckhardt-Köchlin, Karl, Architekt 1915
52. „ Burckhardt-Sarasin, Karl 1910
53. „ Burckhardt-Socin, Otto, Dr. med. 1910
54. „ Burckhardt-Werthemann, Daniel, Dr. phil., Prof. 1907
55. „ Buss, Hans, Dr. phil., Chemiker 1900
56. „ Buxtorf-Burckhardt, A., Dr. phil., Prof. 1900
57. „ Chappuis, P. A., cand. phil. 1916
58. „ Christ- de Neufville, R. 1913
59. „ Christ-Merian, Hans 1907
60. „ Christ-Socin, Herm., Dr. jur. & phil., Riehen . . 1857
61. „ Clavel, R., Dr. phil. 1911
62. „ Collin, Aug., Dr. phil., Chemiker 1886
63. „ Conzetti, Alfred, Dr. phil., Chemiker 1910
64. „ Corning, H. K., Dr. med., Prof. 1893
65. „ Cornu, Fel., Chemiker, in Vevey 1868
66. „ Courvoisier, L., Dr. med., Prof. 1889
67. „ Daneel, Heinrich, Dr. phil., Chemiker 1916
68. „ David, Adam, Dr. phil. 1917
69. „ Dietschy-Burckhardt, Rich., Dr. phil., Chemiker . 1910
70. „ Dietschy-Fürstenberger, Wilh. 1896
71. „ Disler, C., Dr. phil., Lehrer, Rheinfelden . . . 1913
72. „ Ditisheim, Alfred 1904

			Ernannt
73.	Herr	Ebi, F., Dr. phil.	1912
74.	„	Eder, Leo, Dr. phil., Lehrer	1916
75.	„	Egger, Fritz, Dr. med., Prof.	1899
76.	Frau	Ehinger-Heusler, Helene	1911
77.	Herr	Engelmann, Theodor, Dr. phil., Apotheker	1882
78.	„	Engi, Gadient, Dr. phil., Chemiker	1908
79.	„	Fellmeth, Hans, Apotheker	1917
80.	„	Fichter-Bernoulli, Fritz, Dr. phil., Prof.	1896
81.	Frau	Fichter-Bernoulli	1911
82.	Herr	Fiechter, A., Direktor	1915
83.	„	Finckh-Siegwart, J., Dr. phil., Schweizerhalle	1896
84.	„	Finsler, Georg, V. D. M., Dr. phil.	1911
85.	„	Flatt, Robert, Dr. phil., Rektor	1887
86.	„	Fleissig, Paul, Dr. phil., Spitalapotheker	1906
87.	„	Flury-Jucker, Samuel, Lehrer	1915
88.	„	Forcart, Kurt, Dr. med.	1904
89.	„	Frey-Brefin, Oskar, Dr. phil., Lehrer	1904
90.	„	Fröhlich, Hermann, Dr. phil., Lehrer, Riehen	1908
91.	„	Furger-von Arx, Anton, Tierarzt	1910
92.	„	Gageur, Rudolf, Dr. phil., Chemiker.	1916
93.	„	Gansser, August, Dr. phil., Chemiker	1916
94.	„	Geiger, Hermann, Dr. phil., Apotheker, Arlesheim	1897
95.	„	Geiger, Paul, Dr. phil., Apotheker	1902
96.	„	Geigy-Burckhardt, Karl, Ingenieur	1892
97.	„	Geigy-Hagenbach, C.	1892
98.	„	Geigy-Schlumberger, Rud., Dr. phil.	1888
99.	„	Gemuseus-Passavant, Rud., Brombach i. W.	1911
100.	„	Gemuseus-Schmidlin, Aug., Brombach i. W.	1911
101.	„	Gigon, Alfred, Dr. med.	1910
102.	Frl.	Gisi, Julie, Dr. phil., Lehrerin	1909
103.	Herr	Gnehm, R., Dr. phil., Prof., Zürich	1887
104.	„	Goedecke, F., Chemiker	1914
105.	„	Goppelsroeder, Friedrich, Dr. phil., Prof.	1859
106.	„	Gräter, Eduard, Dr. phil., Lehrer	1917
107.	„	Greppin, Ed., Dr. phil., Chemiker	1885
108.	„	Griesbach, H., Dr. phil. & med., Prof., Universitätsdozent, Mülhausen i. E.	1883
109.	„	Grossmann, E., Dr. phil., Chemiker, Riehen	1900
110.	„	Grüninger-Zellweger, Robert, Architekt	1915
111.	„	Gruner-Kern, Heinrich E., Ingénieur	1916
112.	„	Guggenheim, M., Dr. phil., Chemiker	1914
113.	„	Gutzwiller-Gonzenbach, A., Dr. phil., Lehrer	1876

			Ernannt
114.	Herr	Hagenbach, August, Dr. phil., Prof	1907
115.	„	Hagenbach, Eduard, Dr. phil., Chemiker . . .	1888
116.	„	Hagenbach-Burckhardt, Karl, Dr. med. . . .	1892
117.	„	Hagenbach-Merian, Ernst, Dr. med.	1904
118.	„	Hagenbach-Von der Mühll, Hans, Dr. phil., Chem.	1898
119.	„	Hallauer, Otto, Dr. med.	1896
120.	„	Hecke, Erich, Dr. phil., Prof.	1916
121.	„	Hedinger, E., Dr. med., Prof.	1909
122.	„	Heinis, Fritz, Dr. phil., Lehrer	1916
123.	„	Helbing, H., Dr. phil., Lehrer	1913
124.	„	Hennenberger, M., Dr. phil., Lehrer	1911
125.	Frl.	Henrici, Marguerite, cand. phil.	1917
126.	Herr	Hertenstein-Kyander, Hch., Dr. phil., München .	1910
127.	Frl.	Heusler, Elisabeth	1911
128.	Herr	Heusler-Veillon, Rud., Fabrikant	1910
129.	„	Hinden, F., Dr. phil., Chemiker	1910
130.	„	Hindermann, Eduard, Reallehrer	1912
131.	„	Hindermann-Müller, Emil, Dr. phil., Chemiker .	1898
132.	„	His-Astor, Wilhelm, Dr. med., Prof, Berlin . .	1902
133.	„	His-Schlumberger, Eduard	1910
134.	„	His-Veillon, Alb.	1910
135.	„	Hockenjos, E., Dr. med., Zahnarzt	1910
136.	„	Hößli, H., Dr. med., Zürich	1913
137.	„	Hoffmann, Carl, Dr. med.	1905
138.	„	Hoffmann-Krayer, Ed., Dr. phil., Prof.	1910
139.	„	Hoffmann-La Roche, F.	1909
140.	„	Hoffmann-Paravicini, A., Dr. med.	1909
141.	„	Hotz, W., Dr. phil.	1913
142.	„	Hünerwadel, Th., Hochbauinspektor	1909
143.	„	Hug, Ernst, Dr. phil., Chemiker	1916
144.	„	Hunziker, Hans, Dr. med.	1911
145.	„	Jäckle, Alfons, Dr. phil., Chemiker	1900
146.	„	Janicki, Const., Dr. phil., Chexbres	1911
147.	„	Jaquet-Paravicini, Alfr., Dr. med., Prof., Riehen	1888
148.	„	Jecklin, Lucius, Dr. phil., Lehrer	1904
149.	„	Jetzer, Max, Dr. phil., Chemiker	1909
150.	„	Jenny, Fridolin, Dr. phil., Lehrer	1887
151.	„	Imhof, Gottlieb, Dr. phil., Lehrer	1916
152.	„	Immermann, Georg, Dr. med.	1911
153.	„	Im Obersteg, Armin, Dr. jur.	1913
154.	„	Iselin, H., Dr. med., Prof.	1912
155.	„	Isler, Max, Dr. phil., Chemiker	1917

			Ernannt
156.	Herr	Kägi, Friedr., Dr. phil., Lehrer	1892
157.	„	Kägi-Stingelin, Hans	1896
158.	„	Kappeler, Hans, Dr. phil, Chemiker	1910
159.	„	Karcher-Biedermann, H., Dr. med.	1896
160.	„	Katz, E., Dr. phil., Apotheker	1909
161.	„	Keller, Hans, Dr phil., Lehrer.	1911
162.	„	Keller, Herm., Dr. med., Rheinfelden	1889
163.	„	Kesselring-Lang, Ed., Dr. phil., Lehrer	1917
164.	„	Klingelfuss, Fr., Dr. phil., Ingenieur	1892
165.	„	Knapp-Refardt, Martin, Ingenieur.	1896
166.	Frau	Knapp-Refardt, E.	1916
167.	Herr	Knapp, Theophil, Dr. phil., Apotheker	1897
168.	„	Köchlin-Hoffmann, A.	1915
169.	„	Köchlin, Paul, Dr. phil., Apotheker	1888
170.	„	Köchlin, Ernst, Dr. jur.	1917
171.	„	Köchlin-Stähelin, Alb.	1911
172.	„	Kollmann, J., Dr. med., Prof.	1879
173.	„	Kreis, Hans, Dr. phil., Prof., Kantonschemiker	1893
174.	„	Kreis, Oskar, Dr. med.	1912
175.	„	Kron, Rudolf, Ingénieur	1917
176.	„	Kubli, L., Dr. phil., alt-Rektor	1899
177.	„	Labhardt, Alfred, Dr. med., Professor.	1910
178.	„	Labhardt, Hans, Dr. phil., Ludwigshafen	1899
179.	Frl.	Labhardt, J.	1914
180.	Herr	Lang-Vonkilch, Karl, Lehrer	1911
181.	„	La Roche, Hans, Banquier	1917
182.	„	La Roche-Iselin, A., Dr. jur.	1899
183.	„	La Roche, René, Dr. phil.	1909
184.	„	La Roche-Vonder Mühll, Rob.	1909
185.	„	Laubscher, Armin	1915
186.	„	Lebedinsky, N., Dr. phil.	1917
187.	„	Lenzinger, Eduard, Dr. phil., Lehrer	1916
188.	„	Leumann, Albert, Dr., Ingenieur	1910
189.	„	Leuthardt, Frz., Dr. phil., Bezirkslehrer, Liestal	1891
190.	„	Lichtenberg, G., Zahnarzt	1910
191.	„	Lindenmeyer-Seiler, Fr.	1892
192.	„	Löffler, Wilhelm, Dr. med.	1912
193.	„	Löw, Rud., Kunstmaler	1912
194.	„	Lorétan-Huguenin, Hermann	1910
195.	„	L'Orsa, Th., Dr. phil., Chemiker	1913
196.	„	Lotz, Albert, Dr. med.	1903
197.	„	Lotz, Arnold, Dr. med.	1890

			Ernannt
198.	Herr	Lotz, Felix, Ingenieur	1910
199.	„	Lotz-Rognon, Walter, Dr. phil., Chemiker	1903
200.	„	Ludwig, E., Dr. med., Prosektor, Riehen	1913
201.	„	Lüdin, M., Dr. med.	1914
202.	„	Lutz-Georg, Wilh.	1911
203.	„	Mähly-Eglinger, Jakob, Dr. phil., Chemiker	1886
204.	„	Mähly, Paul, Dr. phil., Chemiker	1899
205.	„	Martin, Henri, Dr. med.	1907
206.	„	Martz, Ernst, Direktor, Liesberg	1915
207.	„	Mascioni, B., Dr. phil., Chemiker	1915
208.	„	Massini, M., Dr. med.	1914
209.	„	Massini, Rud., Dr. med.	1909
210.	„	Matthies, W., Dr. phil., Prof.	1914
211.	„	Matzinger, E., Apotheker	1910
212.	„	Mautz, Otto, Dr. phil., Gymnasiallehrer	1909
213.	„	Mayer, W., Adjunkt der Spitaldirektion	1909
214.	„	Meidinger, Georg, Ingenieur	1910
215.	„	Meier-Hartmann, Fr., Dr. phil., Chem., Monthey	1910
216.	„	Menzel, Richard, Dr. phil.	1915
217.	„	Merian, Rudolf, Arzt	1917
218.	„	Merz, Hans, Dr. med.	1903
219.	„	Mettler, Karl, Dr. phil., Chemiker	1910
220.	„	Metzner, Rud., Dr. med., Prof., Riehen	1897
221.	„	Meyer, Bertram, Dr. phil., Chemiker	1910
222.	„	Meyer-Müller, K., Dr. med.	1910
223.	„	Miescher-Steinlin, Paul, Dr. phil., Direktor	1889
224.	„	Mörikofer, W., cand. phil.	1915
225.	„	Müller-Kober, Achilles, Dr. med.	1912
226.	„	Müller, Fritz, Dr. phil., Chemiker	1909
227.	„	Müller, Gustav	1900
228.	„	Müller, Hans, Sekundarlehrer	1901
229.	„	Müller, Robert, cand. phil.	1917
230.	„	Münger, Friedr., Dr. phil., Reallehrer	1895
231.	„	Mylius, Adalbert, Chemiker	1897
232.	„	Mylius, Albert, Dr. phil., Chemiker	1909
233.	„	Niethammer, Theodor, Dr. phil.	1904
234.	„	Noelting, Emil, Dr. phil.	1897
235.	„	Obermiller, J., Dr. phil.	1913
236.	„	Oes, Ad., Dr. phil., Lehrer	1910
237.	„	Oppikofer, E., Direktor d. Elektrizitätswerkes	1909
238.	„	Oppikofer, Ernst, Dr. med.	1916
239.	„	Oser, Wilhelm, Dr. phil.	1903

			Ernannt
240.	Herr	Oswald-Fleiner, C., Chemiker	1900
241.	„	Paltzer, G., Dr. phil., Schweizerhalle	1909
242.	„	Paravicini, L., Arlesheim	1912
243.	„	Passavant-Allemandi, E.	1892
244.	„	Paul, Jos., Dr. phil., Chemiker, Rheinfelden	1910
245.	„	Pfeiffer, S., Dr. phil., Chemiker	1909
246.	„	Piccard, J., Dr. phil., Prof.	1870
247.	„	Plüss, Benjamin, Dr. phil., Lehrer	1874
248.	„	Preiswerk-Alioth, A., Dr. med.	1912
249.	„	Preiswerk, Heinrich, Dr. phil., Prof.	1901
250.	„	Preiswerk, Paul, Dr. med., Privatdozent	1910
251.	Frau	Probst-Siegwart, Louise	1913
252.	Herr	de Quervain, F., Dr. med., Prof.	1910
253.	„	Raillard, Alfred, Dr. phil., Chemiker	1917
254.	„	Reber, Fritz, Dr. med., Arlesheim	1916
255.	„	Refardt, Edgar, Dr. jur.	1910
256.	„	Refardt-Sarasin, Arnold	1916
257.	„	Reinhardt, Ludwig, Dr. med.	1910
258.	„	Reinhold, Thomas, Dr. phil., Kattwyk a. Zee	1916
259.	„	Revilliod, P., Dr. phil.	1910
260.	„	Riggenbach-Burckhardt, A., Dr. phil., Prof.	1880
261.	„	Riggenbach-Stückelberger, E., Ing.	1892
262.	„	Ritter, Ernst, cand. phil.	1917
263.	„	Röchling, Otto	1892
264.	„	de Roeder, R.	1916
265.	„	Ronus, Max, Dr. phil., Chemiker	1902
266.	„	Ronus, R.	1914
267.	„	Roux, Jean, Dr. phil.	1902
268.	„	Roth, Wilh., Dr. phil., Bern.	1909
269.	„	Rubin, Karl, Dr. phil., Chemiker, Zürich	1909
270.	„	Rudin, Ernst, Dr. phil., Chemiker, Rapperswil a. S.	1903
271.	„	Rütimeyer, Leop., Dr. med., Prof.	1888
272.	„	Rupe-Hagenbach, Hans, Dr. phil., Prof.	1896
273.	„	Sandmeier, Traug., Dr. phil, Chemiker	1889
274.	„	Sarasin-Alioth, Peter	1896
275.	„	Sarasin, Fritz, Dr. phil. et med.	1886
276.	„	Sarasin-His, Wilhelm, Dr. phil.	1915
277.	„	Sarasin-Iselin, Alfred	1910
278.	„	Sarasin, Paul, Dr. phil. et med.	1886
279.	„	Sarasin-Schlumberger, J.	1908
280.	„	Sarasin-Vischer, Rud.	1910
281.	Frau	Sarasin-VonderMühll, Anna	1917

			Ernannt
282.	Herr	Sarasin-VonderMühll, Ernst	1909
283.	„	Sarasin-Warnery, Reinh.	1901
284.	„	Sartorius-Preiswerk, F.	1915
285.	„	Schaub, Sam., Dr. phil., Lehrer.	1909
286.	„	Schenkel, Ehrenfried, Dr. phil., Lehrer	1892
287.	„	Scheuermann, Beda, Dr. phil., Apotheker	1909
288.	„	Schlup, Benedikt, Sek.-Lehrer	1891
289.	„	Schmid-Guisan, H., Dr. med.	1914
290.	„	Schmid, J., Direktor d. Ges. f. Chem. Industrie	1909
291.	„	Schmid, Peter	1896
292.	„	Schmidt, Carl, Dr. phil., Prof.	1888
293.	„	Schneider, Felix, Dr. phil., Lehrer, Dornach	1909
294.	„	Schneider, Gustav	1902
295.	„	Schobel, Heinrich, Dr. phil., Chemiker	1916
296.	„	Schönberg, S., Dr. med.	1915
297.	„	Schüepp, Otto, Dr. phil., Allschwil	1916
298.	„	Schulthess-Schulthess, C. O., Zahnarzt	1892
299.	„	Senn-Gruner, Otto	1909
300.	„	Senn, Gustav, Dr. phil., Prof.	1896
301.	„	Settelen, Otto, Zahnarzt	1902
302.	„	Siebenmann, Friedrich, Dr. med., Prof.	1888
303.	„	Sieber, Fritz, Dr. jur.	1911
304.	„	Sigmund, Ludwig, Dr. jur.	1916
305.	„	Simon, Karl, Dr. phil., Chemiker	1897
306.	„	Socin, Charles, Dr. med.	1896
307.	„	Socin, Christoph, Dr. med.	1917
308.	„	Speiser, Felix, Dr. phil.	1909
309.	„	Speiser, Hans, Photograph	1894
310.	„	Speiser-Riggenbach, Theophil	1917
311.	„	Speiser-Sarasin, Paul, Dr. jur., Nat.-Rat	1887
312.	„	von Speyr-Boelger, Alb.	1910
313.	„	Spiess, Otto, Dr. phil., Prof.	1904
314.	„	Spiess, Paul, Dr. med.,	1911
315.	„	Stähelin-Bischoff, August	1917
316.	„	Stähelin, Marcus, cand. phil.	1917
317.	„	Stähelin, Rud., Dr. med., Prof.	1911
318.	„	Staub, Emil	1912
319.	„	Stauffacher, Werner, Direktor	1917
320.	„	Stehlin-von Bavier, Fr., Architekt	1910
321.	„	Stehlin, Carl, Dr. jur.	1896
322.	„	Stehlin, Hans, Dr. phil.	1890
323.	„	Steiger, Emil, Apotheker	1889

			Ernannt
324.	Herr	Steinmann, Paul, Dr. phil., Prof., Aarau	1907
325.	„	Stocker, Robert, Dr. phil., Chemiker	1917
326.	„	Stohler, Hans, Dr. phil.	1912
327.	Frl.	Stoppel, R., Dr. phil., Gross-Hausdorf	1913
328.	Herr	Strub, Walter, Dr. phil.	1909
329.	„	Stückelberg-von Breidenbach, Alfr., Dr. jur.	1910
330.	„	Stückelberg, Vicco	1917
331.	„	Stursberg, G., Dr. phil., Chemiker	1908
332.	„	Sulger, August, Dr. jur.	1917
333.	„	Sulger, H., Ingenieur	1870
334.	„	Suter, Emil, Optiker	1888
335.	„	Suter, R., Dr. phil.	1913
336.	„	Suter-Vischer, Fritz, Dr. med., Professor	1896
337.	„	Tamm, Walter, Dr. phil.	1910
338.	Frl.	Ternetz, Charlotte, Dr. phil., Lehrerin	1909
339.	Herr	Thommen, Ed., Dr. phil.	1913
340.	„	Tobler, Aug., Dr. phil.	1894
341.	„	Trüdinger, Philipp	1907
342.	„	Trüdinger-Bussinger, Karl, Bregenz	1907
343.	„	Trümpler, R., Dr. phil., Piittsburg Pa.	1912
344.	„	Vaucher, Charles, Chemiker	1909
345.	„	Veillon, Emanuel, Dr. med., Riehen	1898
346.	„	Veillon, Henri, Dr. phil., Prof.	1890
347.	„	Veraguth, Hans, Dr. phil., Chemiker	1910
348.	„	Villiger, Emil, Dr. med.	1902
349.	„	Vischer, Adolf, Dr. med.	1916
350.	„	Vischer-Geigy, Ernst, Architekt	1917
351.	„	Vischer-Geigy, Paul, Architekt	1917
352.	„	Vischer-Speiser, C. E.	1910
353.	„	Vischer-Bachofen, Fr., Dr. med.	1883
354.	„	Vischer-Burckhardt, R.	1912
355.	„	Vischer-Iselin, W., Dr. jur.	1901
356.	„	Vischer-VonderMühll, Th.	1876
357.	„	von Vöchting, H., Dr. phil., Prof., Tübingen	1879
358.	„	Vogelbach, Hans, Dr. med.	1903
359.	„	Vogel-Sarasin, Robert, Dr. med.	1903
360.	„	VonderMühll, Ed., Ingenieur	1909
361.	„	VonderMühll-Köchlin, E. A., Dr. phil.	1910
362.	„	VonderMühll-Passavant, Paul, Dr. med.	1892
363.	„	VonderMühll-Ryhiner, Adolf	1917
364.	„	Wackernagel-Merian, G.	1892
365.	„	Wagner, Eduard, Dr. phil.	1916

			Ernannt
366.	Herr	Wagner, R., Dr. phil., Apotheker	1913
367.	„	Walter, Charles, Dr. phil, Lehrer	1907
368.	„	Wehrli, Eugen, Dr. med.	1915
369.	„	Wendnagel, A., Direktor	1913
370.	„	Weth, Rud., Dr. phil., Reallehrer	1893
371.	„	Wetterwald, X., Dr. phil., Reallehrer	1892
372.	„	Wieland, Emil, Dr. med., Prof.	1897
373.	„	Witzig, Paul, Zahnarzt	1892
374.	„	Wölfflin, E., Dr. med., Privatdozent	1909
375.	„	Wolff, Gust., Dr. med., Prof.	1898
376.	„	Wolf, Moritz, Dr. phil., Chemiker, St-Fons (Rhône)	1904
377.	„	Wydler, A., Dr. med.	1914
378.	„	Zaeslin, Hans, Dr. phil., Chemiker	1916
379.	„	Zahn-Geigy, Friedrich	1876
380.	„	Zahn, R., Dr. phil.	1914
381.	„	Zickendraht, Hans, Dr. phil., Prof.	1907
382.	„	Ziegler-Blumer, Ed., Dr. jur.	1904
383.	„	Zimmerlin-Boelger, G.	1892
384.	„	Zinsstag, Adrian, Zahnarzt	1910
385.	„	Zörnig, Heinrich, Dr. phil., Prof.	1916
386.	„	Zschokke, Friedrich, Dr. phil., Prof.	1887
387.	„	Zschokke, H., Chemiker	1914

	Präsident	Vizepräsident
1817—1830	D. Huber	D. Wolleb
seit 3. Juli 1822	"	P. Merian
seit 20. Dez. 1826	"	"
1830—1832	C. G. Jung	J. Röper
1832—1834	J. Röper	C. G. Jung
1834—1836	P. Merian	C. G. Jung
seit 16. März 1835	"	"
1836—1838	C. Fr. Meisner	Chr. Fr. Schönbein
1838—1840	Chr. Fr. Schönbein	F. Miescher (sen.)
1840—1842	F. Miescher	Chr. Fr. Schönbein
1842—1844	P. Merian	F. Fischer
1844—1846	Chr. Fr. Schönbein	L. Im Hoff
1846—1848	P. Merian	Chr. Fr. Schönbein
1848—1850	Chr. Fr. Schönbein	A. Ecker
1850—1852	P. Merian	Chr. Fr. Schönbein
1852—1854	Chr. Fr. Schönbein	F. Miescher
1854—1856	P. Merian	C. Bruch
1856—1858	Chr. Fr. Schönbein	L. Rütimeyer
1858—1860	G. Wiedemann	Chr. Fr. Schönbein
1860—1862	L. Rütimeyer	G. Wiedemann
1862—1864	W. His (sen.)	L. Rütimeyer
1864—1866	L. Rütimeyer	W. His (sen.)
1866—1868	F. Burckhardt	Ed. Hagenbach
1868—1870	Ed. Hagenbach	L. Rütimeyer
1870—1872	S. Schwendener	Ed. Hagenbach
1872—1874	L. Rütimeyer	S. Schwendener
1874—1876	F. Burckhardt	L. Rütimeyer
1876—1878	S. Schwendener	Ed. Hagenbach
seit 14. März 1877	L. Rütimeyer	"
1878—1880	Ed. Hagenbach	F. Burckhardt

Gesellschaft in Basel 1817—1917.

Sekretär	Vizesekretär
Chr. Bernoulli	—
"	—
L. Imhoff	—
L. Imhoff	C. Fr. Meisner
J. J. Bernoulli	Chr. Fr. Schönbein
C. F. Meisner	Fr. Ryhiner
"	Aug. Burckhardt
Aug. Burckhardt	Fr. Brenner
C. Streckeisen	Chr. Burckhardt
Chr. Burckhardt	L. De Wette
L. Imhoff	H. Iselin
H. Iselin	C. R. Preiswerk
A. Frey	Ach. Burckhardt
Albr. Müller	R. Merian (jun.)
Albr. Müller	A. Frey
Albr. Müller	A. Frey
Albr. Müller	K. Bulacher
Albr. Müller	W. His
Albr. Müller	Ed. Hagenbach
Albr. Müller	H. Christ
Albr. Müller	F. Goppelsroeder
Albr. Müller	F. Burckhardt
Albr. Müller	F. Goppelsroeder
Albr. Müller	F. Goppelsroeder
Albr. Müller	F. Geiger
Albr. Müller	Th. Lotz
Albr. Müller	K. Fischer-Dietschy
Albr. Müller	Nath. Plüss
"	"
Albr. Müller	Benj. Plüss

	Präsident	Vizepräsident
1880—1882	J. Kollmann	H. Vöchting
seit 22. Dez. 1880	„	„
1882—1884	H. Vöchting	Albr. Müller
1884—1886	F. Miescher (jun.)	F. Burckhardt
1886—1888	F. Burckhardt	F. Cornu
1888—1890	F. Cornu	J. Piccard
1890—1892	C. VonderMühll	R. Nietzki
1892—1894	A. Gutzwiller	F. Zschokke
1894—1896	F. Zschokke	C. Schmidt
1896—1898	C. Schmidt	P. Sarasin
1898—1900	R. Burckhardt	Th. Bühler
seit 6. Dez. 1899	„	P. Sarasin
1900—1902	P. Sarasin	R. Burckhardt
seit 4. Dez 1901	R. Burckhardt	R. Metzner
1902—1904	R. Metzner	P. Chappuis
1904—1906	P. Chappuis	A. Fischer
1906—1907	A. Fischer	H. G. Stehlin
seit 20. Dez. 1907	P. Sarasin	F. Fichter
1908—1910	F. Fichter	H. Veillon
1910—1912	H. Veillon	G. Senn
seit 1. Nov. 1911	„	„
1912—1914	G. Senn	H. Rupe
1914—1915	H. Rupe	A. Buxtorf
1915—1916	A. Buxtorf	F. Sarasin
1916—1917	F. Sarasin	A. Hagenbach

Sekretär	Vizesekretär
Albr. Müller	A. Riggenbach
A. Riggenbach	P. Chappuis
A. Riggenbach	Nath. Plüss
A. Riggenbach	Nath. Plüss
A. Riggenbach	G. W. A. Kahlbaum
A. Riggenbach	G. W. A. Kahlbaum
A. Riggenbach	G. W. A. Kahlbaum
A. Riggenbach	G. W. A. Kahlbaum

I. Sekretär	II. Sekretär	Bibliothekar
K. VonderMühll	H. Veillon	G. W. A. Kahlbaum
K. VonderMühll	H. Veillon	G. W. A. Kahlbaum
K. VonderMühll	H. Veillon	G. W. A. Kahlbaum
„	„	„
K. VonderMühll	H. Veillon	G. W. A. Kahlbaum
„	„	„
K VonderMühll	H. Rupe	G. W. A. Kahlbaum
K. VonderMühll	G. Senn	G. W. A. Kahlbaum

I. Sekretär	II. Sekretär
K. VonderMühll	G. Senn
A. Hagenbach	H. Zickendraht

Sekretär	Cassier	Schriftführer
A. Hagenbach	G. Zimmerlin	H. Zickendraht
A. Hagenbach	G. Zimmerlin	H. Zickendraht
„	„	M. Knapp
H. G. Stehlin	G. Zimmerlin	M. Knapp
H. G. Stehlin	L. Paravicini	M. Knapp
H. G. Stehlin	L. Paravicini	M. Knapp
H. G. Stehlin	L. Paravicini	M. Knapp

Beilage 5.

Publikationen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel 1835—1917.

1. Bericht über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.

I	vom August	1834	bis Juli	1835	. .	1835
II	„ „	1835	„ „	1836	. .	1836
III	„ „	1836	„ „	1838	. .	1838
IV	„ „	1838	„ „	1840	. .	1840
V	„ „	1840	„ „	1842	. .	1843
VI	„ „	1842	„ „	1844	. .	1844
VII	„ „	1844	„ „	1846	. .	1847
VIII	„ „	1846	„ „	1848	. .	1849
IX	„ „	1848	„ „	1850	. .	1851
X	„ „	1850	„ „	1852		
	mit Register zu Heft I—X				. .	1852

2. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.

I, 1	. . . . . Seite	1—160	. . . .	1854
I, 2	. . . . . „	161—336	. . . .	1835
I, 3	. . . . . „	337—464	. . . .	1856
I, 4	. . . . . „	465—608	. . . .	1857
II, 1	. . . . . „	1—136	. . . .	1858
II, 2	. . . . . „	137—248	. . . .	1859
II, 3	. . . . . „	249—416	. . . .	1859
II, 4	. . . . . „	417—572	. . .	1860
III, 1	. . . . . „	1—152	. . . .	1861
III, 2	. . . . . „	153—296	. . . .	1861
III, 3	. . . . . „	297—368	. . . .	1862
III, 4	. . . . . „	369—748	. . . .	1863
IV, 1	. . . . . „	1—186	. . . .	1864
IV, 2	. . . . . „	187—398	. . . .	1865
IV, 3	. . . . . „	399—614	. . . .	1866
IV, 4	. . . . . „	615—862	. . . .	1867

V, 1	. . . . .	Seite	1—168	 1868
V, 2	. . . . .	„	169—368	 1869
V, 3	. . . . .	„	369—524	 1871
V, 4	. . . . .	„	525—704	 1873
VI, 1	. . . . .	„	1—216	 1873
VI, 2	. . . . .	„	217—360	 1875
VI, 3	. . . . .	„	361—556	 1877
VI, 4	. . . . .	„	557—804	 1878
VII, 1	. . . . .	„	1—256	 1882
VII, 2	. . . . .	„	257—512	 1884
VII, 3	. . . . .	„	513—914	 1885

mit Anhang:

Die Basler Mathematiker Daniel Bernoulli und Leonhard Euler. Hundert Jahre nach ihrem Tode gefeiert von der Naturforschenden Gesellschaft 1884 (95 Seiten).

VIII, 1	. . . . .	Seite	1—248	 1886
VIII, 2	. . . . .	„	249—536	 1887
VIII, 3	. . . . .	„	537—900	 1890
IX, 1	. . . . .	„	1—244	 1890
IX, 2	. . . . .	„	245—572	 1891
IX, 3	. . . . .	„	573—928	 1893
X, 1	. . . . .	„	1—216	 1892
X, 2	. . . . .	„	217—511	 1894
X, 3	. . . . .	„	512—894	 1895
XI, 1	. . . . .	„	1—220	 1895
XI, 2	. . . . .	„	221—420	 1896
XI, 3	. . . . .	„	421—528	 1897
XII, 1	. . . . .	„	1—148	 1898
XII, 2	. . . . .	„	149—292	 1900
XII, 3	. . . . .	„	293—460	 1900

mit zwei Anhängen:

1. Der Basler Chemiker Christ. Friedr. Schönbein. Hundert Jahre nach seiner Geburt gefeiert von der Universität und der Naturforschenden Gesellschaft 1899 (58 Seiten).

2. Namenverzeichnis und Sachregister der Bände 6 bis 12, 1875—1900, der Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel von Georg W. A. Kahlbaum 1900 (72 Seiten).

XIII, 1	Seite	1—226	1901
XIII, 2	„	227—390	1901
XIII, 3	„	391—662	1902

mit Anhang:

Zur Erinnerung an Tycho Brahe 1546–1601. Vortrag, gehalten am 23. Oktober 1901 in der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, 300 Jahre nach dessen Tode, von Fr. Burckhardt.

XIV	(nicht in Hefte abgeteilt)		1901
XV, 1	Seite	1—200	1903
XV, 2	„	201—374	1904
XV, 3	„	375—518	1904
XVI	(nicht in Hefte abgeteilt)		1903
XVII	„ „ „ „		1904
XVIII, 1	Seite	1—130	1905
XVIII, 2	„	131—464	1906
XVIII, 3	„	465—778	1906
XIX, 1	„	1—108	1907
XIX, 2	„	1—82	1907
XIX, 3	„	109—246	1908
XX, 1	„	1—134	1909
XX, 2	„	135—254	1909
XX, 3	„	255—562	
mit Autorenregister der Bände I—XX 1852—1910			1910
XXI			1910
XXII			1911
XXIII			1912
XXIV			1913
XXV			1914
XXVI			1915
XXVII			1916

3. **Festschrift, herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Basel zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens 1867.** Basel, Buchdruckerei von C. Schultze 1867.

4. **Ueber die physikalischen Arbeiten der Societas physica helvetica 1751—1787.** Festrede, gehalten bei der Feier des fünfzigjährigen Bestehens der Naturforschenden Gesellschaft in Basel am 4. Mai 1867 von Fritz Burckhardt, d. Z. Präsident der Gesellschaft. Basel, Buchdruckerei von C. Schultze 1867.

Beilage 6.

Gesellschaften und Institute, mit welchen die Naturforschende Gesellschaft in Basel im Schriftenaustausch steht.

Das nachfolgende Verzeichnis führt die Gesellschaften und Institute, alphabetisch nach Wohnorten geordnet auf, sowie die von denselben veröffentlichten Schriften, welche in der Bibliothek unserer Gesellschaft vorhanden sind. Vor den Titeln ist die Bibliotheksnummer beigefügt, unter der das Werk in der Abteilung „Nat. Ges." zu finden ist. Ein dem Titel vorangesetztes ⁰ bedeutet, dass die Serie Lücken aufweist, ein * vor der Ziffer, dass die Serie zum Teil Eigentum der Universitätsbibliothek ist, ein — am Ende, dass die Serie noch fortläuft.

Ausdrücklich sei darauf aufmerksam gemacht, dass das Verzeichnis nicht die gesamte Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft enthält.

Aarau.

Aargauische naturforschende Gesellschaft.

1 Mitteilungen 1, 1878—

2 Festschrift zur Feier der 500. Sitzung am 13. Juni 1869.

Aachen.

Meteorologische Station I. Ordnung.

5 Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen 1896—

Abbeville.

Société d'émulation.

8 Mémoires. Série 4, T. 5, 1906—

9 Bulletin 1888, 1889. 1903—

Agram.

Hrvatsko naravoslovno družtvo (Societas historico-naturalis Croatica).

19 Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga družtva. 1, 1886—

Aguascalientes (Mexico).

Redaktion des „El Instructor".

18 ⁰El Instructor 9, 1892—26, 1910.

Albuquerque (New-Mexico; U. S. A.).

20 Bulletin of the University of New-Mexico. Vol. 1, 1899. Whole number 41, 1906—

20 a Bulletin of the Hadley Laboratory of the University of N. M. Vol. 2, 1900—

Altenburg.

Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes.

15 Mitteilungen aus dem Osterlande. Bd. 18, 19, 1867/69. N. F. 1, 1880—

Amiens.

Société linnéenne du nord de la France.

21 Bulletin. T. 1, 1872—

22 Mémoires. T. 1, 1869—

Amsterdam.

Koninklijke Akademie van wetenschapen.

27 Verslagen en mededeelingen . . . . Afd. Natuurkunde. 1853—1892.

* 28 Jaarboek. 1857—

Kon. zoologisch Genootschap Natura Artis Magistra.

* 31 Bijdragen tot de dierkunde. 7, 1858—9, 1869. 14, 1887—

32 Nederlandsch tijdschrift voor de dierkunde. Jaarg. 1, 1864—5, 1te Lieferg. 1884.

Angers.

Société d'études scientifiques.

38 Bulletin. 11/12, 1881/82—

Annaberg.

Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde.

44 Jahresbericht 1, 1868—7, 1885. Bericht 8, 1886—12, 1909.

Ann Arbor (Michigan; U. S. A.).

University of Michigan.

45 Annual Report of the Michigan Academy of science. 1, 1900—

45 a Survey, an ecological, in Northern Michigan. 1906.

Augsburg.

Naturhistorischer Verein; jetzt: *Naturwissenschaftl. Verein für Schwaben und Neuburg.*

50 Bericht. 2, 1849—

Aussig.

Naturwissenschaftlicher Verein.

53 Tätigkeitsbericht. 1, 1876—77. 2, 1887—93.

Baltimore (Maryland; U. S. A.).

Maryland Geological Survey.

55 Maryland geological survey. Report; 1, 1897—

55 a Reports dealing with the syst. geol. and paleont. 1, 1901—

55 b Reports on county resources. 1, 1900—

Bamberg.

Naturforschende Gesellschaft.

56 Bericht. 1, 1852—

Bangkok.

Siam Society.

57 [0]Journal. Bd. 10, 3, 4, 1913. Bd. 11, 1, 1914.

Bari.

Redaktion der „La Puglia medica".

59 [0]La Puglia medica. Anno 1, 1893—4, 1896.

Basel.

Ornithologische Gesellschaft.

Natw. Zs. 372 [0]Jahresbericht. 6, 1876—

Batavia.

Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen.

61 Verhandelingen. Deel 25, 1853—28, 1860.

62 Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel 1, 1853—10, 1861.

Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië.

63 Acta societatis scientiarum indo-neêrlandicae. Vol. 1, 1856—6, 1859.

64 Natuurkundig tijdschrift voor Nederl. Indië. Deel 1, 1851—

Bayreuth.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

66 Bericht. 1, 1916—

Bautzen.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.

68 Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1896/97—

Belfast.

Belfast Natural History and Philosophical Society.

70 Report and Proceedings. 1901/02—

Belfort.

Société belfortaine d'émulation.

69 Bulletin. 19, 1900—

Bellinzona.

Società ticinese di scienze naturali.

72 [0]Bollettino. 1, 1904—

Bergen.

Bergens Museum.

71 ⁰Aarsberetning. 1886—

Berkeley.

University of California.

75 Report of work of the Agricultural experiment stations. 1888—1904.

76 Report on the viticultural work. 1885—95.

Berlin.

Königlich preussische Akademie der Wissenschaften.

77 Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen. 1852—55.

Monatsberichte. 1856—81.

Sitzungsberichte. 1882—

Deutsche geologische Gesellschaft.

80 Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1, 1849—

Monatsberichte. 1908—

Deutsche physikalische Gesellschaft.

85 Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. 1, 1882—17, 1898.

Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft. 1, 1899—4, 1902.

Berichte der deutschen physikalischen Gesellschaft. 1, 1903—

Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.

86 ⁰Sitzungsberichte. 1839—

86 a Festschrift zur Feier des 100-jährigen Bestehens der Gesellschaft naturforschender Freunde. 1873.

87 Archiv für Biontologie. 1, 1906/07—

Kgl. preussisches meteorologisches Institut.

90 Ergebnisse der meteor. Beobachtungen. 1885—1906.

91 Veröffentlichungen: Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen. 1891—1908.

91 a Meteor. Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder. 1911. Atlas Nat. Ges. Fol. 2.

92 Veröffentlichungen: Ergebnisse der magnet. u. meteorol. Beobachtungen in Potsdam. 1890—1909.

93 Veröffentlichungen: Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen. 1891—1907.

93 a idem: Ergebnisse der Wolkenbeobachtungen in Potsdam. 1896 u. 97.
94 idem: Ergebnisse der Arbeiten am aëronautischen Observatorium. 1900—1904.
95 Bericht über die Tätigkeit. 1891—
97 Abhandlungen. 1, 1888—
99 Archiv des Erdmagnetismus. Heft 1, 1903; 2, 1909.

Kgl. preuss. geologische Landesanstalt und Bergakademie.
100 Jahrbuch. 7, 1886—

Physikalisch-technische Reichsanstalt.
103 Wissenschaftliche Abhandlungen. 1, 1894—4, 1905.
103 a Die Tätigkeit der physikalisch-technischen Reichsanstalt. 1894/95—

Redaktion des „Prometheus“.
104 Prometheus. 1, 1890—

Redaktion der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“.
105 Naturwissenschaftl. Wochenschrift. 6 (von Nr. 20 an), 1891—

Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.
106 [0]Verhandlungen. 6, 1864—

Redaktion der Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie.
107 Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie. 6, 1910. 7, 1911.

Zoologisches Museum.
111 Bericht über das zoologische Museum zu Berlin. 1901—
112 Mitteilungen aus der zool. Sammlung des Museums für Naturkunde. 1, 1898/1900—

Deutsche entomologische Gesellschaft.
113 Deutsche entomologische Zeitschrift. 1911—

Bern.

Naturforschende Gesellschaft in Bern.
117 Mitteilungen. 1, 1843—

Schweizerische entomologische Gesellschaft.
118 Mitteilungen. 1, 1865—
119 Fauna insectorum Helvetiae. 1885—

Schweizerische botanische Gesellschaft.
121 Berichte. 1, 1891—

Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
124 Verhandlungen. 1817—
126 Denkschriften. 1, 1. 2. 1829—33.
Neue Denkschriften. 1, 1837—

126 a Schweiz. wissenschaftliche Nachrichten. Jahrg. 1, 1907.
Natw. Zs. 526 Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 1, 1862—
Natw. Zs. 526 b Erläuterungen zur geol. Karte der Schweiz. Nr. 1, 1899—

Besançon.

Société d'émulation du Doubs.

131 Mémoires. 3me série, vol. 6, 1861—

Institut botanique de l'Université.

133 Archives de la flore jurassienne. Nr. 3, 1900—

Béziers.

Société d'étude des sciences naturelles.

137 [0]Bulletin. Vol. 1, 1876—

Biala (später **Teschen**).

Redaktion der Mitteilungen des Beskidenvereins.

138 Mitteilungen des Beskidenvereins. 1, 1904—

Bielefeld.

Naturwissenschaftlicher Verein Bielefeld und Umgebung.

139 Bericht. 1909—

Bistritz.

Gewerbeschule (seit 1895: Gewerbelehrlingsschule).

142 Jahresbericht. 4, 1877/78—

Blankenburg.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.

147 Statuten. [0]Berichte. 1840/41—61/62.

Bône.

Académie d'Hippone.

160 Comptes-rendus des réunions. 1899—1902.

Bonn.

Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde (seit 1906: Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens).

161 Sitzungsberichte. 1895—

Naturhistorischer Verein der preuss. Rheinlande.

162 Verhandlungen. 1, 1844—

Bordeaux.

Société linnéenne.

167 Bulletin d'histoire naturelle. 1, 1826. 3[0], 1829.
167 a Actes; 40, 1886—

Société des sciences physiques et naturelles.

168 Mémoires. 1, 1854—

169 Observations pluviométriques et thermométriques. 1882 —1907.

169 a Bulletin de la commission météor. du dépt. de la Gironde. 1909. 1910.

170 Procès-verbaux des séances. 1894/95—

Société d'océanographie du golfe *de Gascogne.*

172 Rapports présentés à l'assemblée générale. 1907. 1909.

Boston.

American Academy of Arts and Sciences.

174 Proceedings. 1, 1848—

Society of Natural History.

176 Journal of natural history. 6, 1850—57. 7, 1859—63.

177 Memoirs. 1, 1866/69—

178 Occasional papers. 1, 1869—

179 Proceedings. 2, 1855—

Bourg.

Société des sciences naturelles et d'archéologie de l'Ain.

183 Bulletin. Nr. 22, 1901—

Braunschweig.

Verein für Naturwissenschaft.

184 Jahresbericht. 1, 1879—

Bremen.

Meteorologisches Observatorium (bis 1895: Meteor. Station I. Ordnung).

189 Ergebnisse d. meteorologischen Beobachtungen (Deutsches meteorologisches Jahrbuch). 1, 1891—

Naturwissenschaftlicher Verein.

191 Abhandlungen. 1, 1868—

191 Jahresbericht (d. Abhandlungen beigebunden). 1, 1866—

Breslau.

Verein für schlesische Insektenkunde.

197 Zeitschrift für Entomologie. 27, 1902—32, 1907.

197 Jahresheft des Vereins für schles. Insektenkunde. 1 (resp. 33), 1908—

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.

199 Jahresbericht. 1843—

199 Denkschrift zur Feier des 50-jährigen Bestehens, 1853. (Dem 31. Jahresbericht beigebunden.)

199 a Schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur. Hundertjahrfeier. Geschichte der Gesellschaft. 1904.

199 b Schube, Th. Verbreitung der Gefässpflanzen in Schlesien. Festgabe zur Hundertjahrfeier. 1903.

Brisbane.

Queensland Museum.

Natw. Zs. 242 Annals. 1, 1891—10, 1911.

Royal Society.

208 Proceedings. 24, 1913—

Brooklyn.

Museum of the Brooklyn Institute of Arts and Sciences.

201 Science Bulletin. 1, 1901/10—

201 a Memoirs of natural sciences. Vol. 1, Nr. 1; 1904.

202 Cold Spring Harbor Monographs. 1, 1903—

Brünn.

Klub für Naturkunde (seit 1907: Lehrerklub für Naturkunde).

211 Bericht und Abhandlungen. 6, 1905—9, 1909.

Naturforschender Verein.

212 Verhandlungen. 1, 1862—

213 Bericht der meteorologischen Commission. 1, 1881—

Bruxelles.

Musée du Congo.

218 Annales (botanique, zoologie, ethnographie et anthropologie). 1, 1907—

Bibliothèque de l'Etat Indépendant du Congo.

218 a Publications de l'Etat indépendant du Congo. II, 1904—

Académie royale de Belgique.

219 Annuaire. 31, 1865—

220 [0]Bulletins. 34, 1865—

221 Centième Anniversaire de fondation. 1872.

221 b Notices biographiques et bibliographiques concernant les membres. 1896. 1909.

Société entomologique belge.

222 Annales. 1, 1857—

223 Mémoires. 1, 1892—

Société malacologique de Belgique.

224 Annales (Mémoires + Bulletins). 1, 1863/65—

225 [0]Procès-verbaux. 2, 1873—27, 1898.

Société belge de microscopie.

226 Annales (Mémoires + Bulletins). 1, 1874/75—

Société royale de botanique de Belgique.

227 [0] Bulletin. 33, 1894—

Observatoire royal de Belgique.

228 Annuaire astronomique. 1905—08.

229 Annales de l'Observatoire. N. S. [0] Annales astronomiques. 2, 1879—

229 Annales de l'Observatoire. N. S. Physique du globe. 1, 1904—

229 a Les observatoires astronomiques et les astronomes. 1907.

Bucarest.

Institutul meteorologic al Romaniei.

230 Analele. 14, 1898—19, 1903.

231 Buletinul lunar. 16, 1907—18, 1909.

Academia română.

231 a Bulletin de la section scientifique. 1, 1913—

Budapest.

Magyar tudományos akadémia (Ungar. Akademie der Wissenschaften).

232 Jegyzökönyvei. 1—4, 1863—66.

233 Repertoriuma. 1876.

237 Koch, Ant. A Dunai trachytcsoport jobbparti részének. 1877.

239 Természettudományi pályamunkák. 1837/39.

240 1. Vallas, Ant. felsöbb egyenletek egy ismeretlennel. 1842.
2. Mathematicai pályamunkák. 1844.

241 Magyar. tudom. akademiai almanach. 1864—78.

242 Magyar. akademiai ertesítö. 1859—1874.

243 Bibl. Hung. Magyar. term. és math. könyvészete. 1878.

244 Chyzer et Kulczynski: Araneae Hungariae. 1891—97.

245 Literarische Berichte aus Ungarn. 1, 1877—4, 1880.

246 Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 1, 1882—

247 A magyar. tudós társasag evkönyvei. 1835—1879.

248 Mag. tud. Akad. III osztályának külön kiadványa. 1881—87.

249 [0] Ertekezések a mathematikai osztály köréböl. 1867—94.

250 [0] Ertekezések a természettudományi osztály köréböl. 1867—94.

252 Ungarische Revue. 1881—95.

253 Ertésitö, mathematikai és természettudományi. 1, 1882/83—

254 Közlemények, math. és természettudományi. 1, 1861—

255 Observationes meteorologicae. 1, 1841—49. 2, 1861—70.
256 Rapport sur les travaux de l'acad. hongroise. 1891—
258 Miklós, J. Tanulmany a váltólaz parasitáiról. 1906.

Kön. ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft.

260—282 Veröffentlichungen.
285 Aquila. Zeitschrift für Ornithologie. 1, 1894— (2. fehlt).
285 a Herman, O. On Bird-Migration. 1905.

Magyar nemzeti múzeum.

286 °Természetrajzi füzetek. 1878—1900.
Annales historico-naturales musei nat. Hungarici. 1, 1903—
287 Katalog der ethnograph. Sammlung des ung. Nationalmuseums. 1899—1901.
287 a Anzeiger der ethnograph. Abteilung des ung. Nationalmuseums. 1903—
288 A. Mag. nemzeti múzeum néprajzi osztalya. 1902—
291 7 Vorträge, gehalten gelegentlich des montanist., hüttenmänn. u. geol. Kongresses zu Budapest 1885.

Ungarische geologische Gesellschaft.

295 Földtani közlöny. 13, 1883—
297 Katalog der Bibl. u. Kartensammlung der kön. ung. geol. Anstalt. 1884—1903.
298 Koch, Dr. Ant. Die Tertiärbildungen des Beckens von Siebenbürgen. 1900.

Kön. ungarische geologische Anstalt.

299 Mitteilungen aus dem Jahrbuch. 1, 1871—
300 Jahresbericht. 1882—
301 Veröffentlichungen. Nr. 1, 1885—
303 Erläuterungen zur geol. Spezialkarte der Länder der ung. Krone. 1904—

Budapester kön. Gesellschaft der Aerzte.

304 °Verhandlungen. 1907—10.

Buenos-Aires.

Deutscher wissenschaftlicher Verein (vor 1904: Deutsche akademische Vereinigung).

306 a Veröffentlichungen. 1899—1904.
306 b dito, 1905.
306 c °Zeitschrift. 1, 1915—

Museo nacional.

309 Anales. 1895—
310 Memoria del Museo. 1894—96.
311 Comunicaciones del Museo. 1898—1901.

Buffalo.

Buffalo Society of Natural Sciences.

312 Bulletin. 1874—

Cairo.

Institut égyptien.

335 Bulletin de l'Institut égyptien. 4me sér., 2, 1901—7. 5me sér., 1, 1907—

335 a Mémoires présentés à l'Institut ég. 5 (1906)—

Calcutta.

Indian Museum.

312 a [Publications]. 1, 1898—

312 b Memoirs. 1, 1907—

312 c Records. 1, 1907—

Geological Survey of India.

313 Memoirs. 1, 1859— (Vol. 2 fehlt).

314 Records. 1, 1868—

314 a General Report. 1897—1903.

314 b Professional paper Nr. 12: On the origin of the Himalaya mountains. 1912.

315 Palaeontologia Indica. 1861—

316 Manual of the geology of India by Medlicott and Blanford. 1, 1879—4, 1887.

316 c A manual of the geology of India by T. H. Holland. Pt. 1, 1898.

316 d Sketch of the mineral resources of India. By T. H. Holland. 1908.

Board of Scientific Advice for India.

336 Annual report. 1902—

Imperial Department of Agriculture.

337 Report. 1904/05—

Asiatic Society of Bengal.

338 Memoirs. 1, 1905—

Phil. Zs. 141 Journal. 1, 1832—

Cambridge (England).

The Cambridge Philosophical Society.

329 Proceedings. 1, 1843/65—

Cambridge (Mass; U. S. A.).

Cambridge Entomological Club.

317 Psyche. Nr. 100, 1882—246, 1896.

Museum of Comparative Zoology.

324 Memoirs. Vol. 1, 1864/65—

325 Bulletin. Vol. 1, 1863—
326 Report. 1861—

Cape Town.

South African Philosophical Society.

330 Transactions. Vol. 12, 1901/02—18, 1907/09.

Royal Society of South Africa.

330 a Transactions. Vol. 1, 1908/10—. NB. Die „Royal Society" ist 1908 an Stelle der „South African Phil. Society" getreten.

Committee of Control of the South African Central Locust Bureau.

330 c Annual Report. 2, 1908—4, 1910.

Caracas.

Ministerio de fomento de Venezuela.

331 [0] Boletin de la riqueza publica di Venezuela. Nr. 41, 1892—57, 1893.

Cartuja (Granada).

Estación sismológica.

332 Resumen del año 1911 y 1913.
332 a Boletin mensual. 1913. 1914, 1—3.

Cassel.

Verein für Naturkunde.

333 Bericht. 1, 1837—
334 Festschrift zur Feier des 50-jähr. Bestehens. 1886.
334 [a] Festschrift zur Feier des 75-jähr. Bestehens. 1911.

Catania.

Accademia gioenia di scienze naturali.

340 Atti. 1855—
341 Bullettino mensile (seit 1893 Bull. delle sedute). Ser. 1, 1 1888—94, 1907. Ser. 2a, 1, 1908—

Chalon s./Saône.

Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.

342 Bulletin. Année 27, 1901—

Chambéry.

Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie.

346 Documents. T. 4, 1883. 6, 1886.
347 Mémoires. 1885—

Société d'histoire naturelle de Savoie.

349 Compte-rendu des travaux. 1882—1885.
349 a Bulletin. 1re sér. T. 1—7, 1887—95. 2me sér. T. 1, 1895—

Chapel Hill (North-Carolina; U. S. A.).

Elisha Mitchell Scientific Society.

352 Journal. Jahrgang 3, 1885/86—

Charkow.

Société de médecine scientifique et d'hygiène annexée à l'Université.

350 Travaux de la société. 1900—1907.

Naturforschende Gesellschaft.

351 Trudy. 44, 1911.

Charleville.

Société d'histoire naturelle des Ardennes.

354 Bulletin. 5, 1898—18, 1911.

Charlottesville (Virginia; U. S. A.).

Leander Mc Cormick Observatory of the University of Virginia.

353 Publications. Vol. I, Pt. 6, 1893 und 7, 1896. Vol. II, Pt. 1, 1901.

Chemnitz.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

355 Bericht. 1, 1859/64—

Cherbourg.

Société des sciences naturelles (seit 1878: *et mathématiques*).

360 Mémoires. 1, 1852—

361 Catalogue de la bibliothèque de la société. 2me partie, livr. 1. 2. 3. 1873/83.

Chicago.

Chicago Academy of Sciences.

366 Transactions. Vol. 1, 1867/69.

367 Bulletin of the Geological and Natural History Survey. 1, 1896—

368 Annual Report. 39, 1896. 40, 1897.

368 a Bulletin. Vol. II, 3, 1900—

368 b Special publication. 1, 1902—

Field Columbian Museum (seit 1907: Field Museum of Natural History).

* 369 Publications. 57, 1901—

Christiania.

Skandinaviske Naturforskeres Möde.

371 Forhandlinger. 4, 1844. 6, 1851. 7, 1856. 13, 1887.

Chur.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens.

376 Jahresbericht. Neue Folge. 1, 1856—

378 Killias, E. Die Flora des Unterengadins. 1887/88.
380 Eblin, B. Über die Waldreste des Averser Obertales. 1895.

Cincinnati.

Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica.

388 Bulletin. 1, 1900—
388 a Lloyd, C. G. [0]Mycological notes. 5, 1900—
388 b Lloyd, C. G. Mycological notes. Polyporoid issue. Nr. 1—3. 1908/10. Old species series, Nr. 1, 1908.
388 c Bibliographical Contributions. Vol. I, 1, 1911—

University of Cincinnati.

390 [0]Bulletin. 1900—1902.
390 a University Studies. Ser. 2, Vol. 1, 1905—
390 b University of Cincinnati Record. Ser. I, 1, 1904—
390 c The Teacher's Bulletin. Vol. I, 6, 1905—Vol. III, 7, 1907.

Cincinnati Society of Natural History.

389 Journal. 1, 1878/79—

Cincinnati Museum Association.

*392 Annual Report. 11, 1891—
393 Catalogues of the annual exhibitions of American art. 1894—

Coimbra (Portugal).

Sociedade Broteriana.

395 Boletim da Sociedade Broteriana. 18, 1901—

Colmar.

Naturhistorische Gesellschaft.

394 Bulletin de la Société d'histoire naturelle. 1, 1860—29, 1888. N. F. 1, 1889/90—
394 a Katalog der Bibliothek der naturforschenden Gesellschaft von Colmar. 1910.

Colombo.

Colombo Museum.

396 Spolia Zeylanica. 1, 1903—

Colorado Springs (Colorado; U. S. A.).

Colorado College Scientific Society.

397 Colorado College Studies. 1894—

Columbia (Missouri; U. S. A.).

University of Missouri.

399 The University of Missouri Studies. Vol. 1 u. 2, 1901/04.
Science series. Vol. I, 1905/07 u. II, 1907/11.
Mathematic series. Vol. I, 1, 1913.

399 a Laws Observatory University of Miss. Bulletin. Nr. 1—20, 1902/07.

399 b °Bulletin of the University of Miss. Vol. V, 4, 1904—VI, 1, 1905.

Catalogue 1906/07. 10/11—

Columbus (Ohio; U. S. A.).

Ohio State University.

398 Ohio State University Bulletin. (Annual reports, catalogues, Varia.) 1900—

398 a The Agricultural College Extension Bulletin. II, 8. 9. 1907—VI, 10, 1911.

Córdoba (Argentinien).

Academia nacional de ciencias de la Republica argentina.

400 Actas. T. °5 u. 6. 1884. 1889.

401 °Boletin. T. 6, 1884—12, 1890.

Danzig.

Naturforschende Gesellschaft.

406 Versuche u. Abhandlungen. T. 1—3, 1747/56. Neue Sammlung. Bd. 1, 1778.

407 Schriften. 1—6, 1820/58. N. F. 1, 1866—

407 a Katalog der Bibliothek der Gesellschaft. Heft 1—3, 1904/14.

Westpreussischer botanisch-zoologischer Verein.

410 Bericht. 26, 1905—

Darmstadt.

Grossh. hessische geologische Landesanstalt.

413 Abhandlungen. 1, 1889—

Verein für Erdkunde.

414 Notizblatt. Jahrg. 1. 2, 1854/57. N. F. Jahrg. 1—3. 1857/61. III. Folge, 1—18, 1862/79. IV. Folge, 1, 1880—

Davenport (Jowa; U. S. A.).

Davenport Academy of Sciences (bis 1900: D. Acad. of Natural Sciences).

420 Proceedings. 1, 1867/76—

Delft.

Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing.

421 Publications de la Commission géodésique néerlandaise. 1904. 1905.

Dijon.

Académie des sciences, arts et belles-lettres.

426 Séance publique. 20 juin 1773. — 8 avr. 1813. — 22. avr. 1819. — 24 août 1821. — 23 août 1823. — 25 août 1829.

427 Notice de la séance publique tenue le 10 germinal de l'an 7.

428 Analyse des travaux de l'Acad. pendant le cours de l'an 12.

429 Rapports lus à l'Acad. 1813 et 1815.

435 Mémoires. 1784—

Dorpat.

Dorpater naturforschende Gesellschaft.

441 Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. 1. Serie: Mineralog. Wissenschaften, nebst Chemie, Physik und Erdbeschreibung. 1, 1854/57—9, 1879. 2. Serie: Biologische Naturkunde. 1, 1859—13, 1, 1905.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität.

442 Schriften. 1, 1884—

443 Sitzungsberichte. 1, 1854—

444 Katalog der Bibliothek der Naturf. Ges. 1, 1908. 2, 1910.

Dresden.

Genossenschaft „Flora“, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau.

446 Sitzungsberichte u. Abhandlungen. N. F. 1, 1896/97—

Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

449 Auszüge aus den Protokollen. 1832. 1833.

450 Jahresbericht. 1869/70—

Katalog der Bibliothek, bei Jahresbericht 1874/77.

450 a Verzeichnis der Büchersammlung der Gesellschaft. 1905.

Entomologischer Verein „Iris“.

452 Korrespondenzblatt (Beilage zur deutschen entomol. Zeitschrift „Iris“). Jahrg. 1910.

Deutsche entomologische Zeitschrift „Iris“. Bd. 2, 1889. 5, 1892— (Bd. 23 unvollständig.)

Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis“.

454 Denkschriften. 1860/62.

454 Sitzungsberichte. 1863—

Verein für Erdkunde zu Dresden.

455 Jahresbericht. 3, 1866—27, 1901.

456 Mitteilungen. Bd. 1, 1—10, 1905/09. Bd. 2, 1—10, 1910/15.

455 a Natur- und Kulturstudien über Süd-Amerika. W. Schultz. 1868.
455 d Litteratur der Landes- und Volkskunde des Kgr. Sachsen. P. E. Richter, 1889.
455 f Festschrift zur Jubelfeier des 25-jähr. Bestehens des Vereins für Erdkunde. 1888.
455 h Büchereiverzeichnis. 1905.
455 i Muschelgeld-Studien. Prof. O. Schneider. 1905.

Dublin.

Natural History Society.

460 Proceedings. Vol. 2—4. 1859/65.

Royal Dublin Society.

461 Scientific Proceedings. New Series, 1, 1878—
461 a Economic Proceedings. 1, 1902—
462 Scientific Transactions. Ser. 2, Vol. 1, 1877/83—9, 1905.

Royal Irish Academy.

465 Proceedings. 1870/74—
466 Transactions. 28, 1880/86—33, 1907. Von da ab mit den Proceedings vereinigt.
467 Cunningham Memoirs. 1, 1880—11, 1905.
467 a Index to the Serial publications of the R. I. Ac. 1912.

Trinity College.

468 Hermathena. Nr. 27, 1901—

Royal Academy of Medicine in Ireland.

469 Transactions. 19, 1901— (32 fehlt).

Dürkheim.

Pollichia, naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz.

483 Jahresbericht 3—46, 1855/88. Von da ab: Mitteilungen, Jahrgang 47—
485 Der Drachenfels bei Dürkheim a. d. H. — C. Mehlis. 1894.

Edinburgh.

Royal College of Physicians.

489 Reports from the Laboratory. Vol. 1 u. 2, 1889/90. 6, 1897—9, 1905.

Royal Society.

490 Proceedings. Vol. °4, 1858/61. 5, 1862/66—
491 Transactions. 1, 1788—

Royal Physical Society.

493 Proceedings. 2, 1859. 4, 1874/78— (15 fehlt).

Edinburgh Geological Society.

494 Transactions. Vol. 8, Special Part. 1903.

Elberfeld.

Naturwissenschaftlicher Verein.

500 Jahresbericht. Heft 5, 1878—

Emden.

Naturforschende Gesellschaft.

507 Festschrift zur Feier des 50-jähr. Bestehens. 1864.

508 Kleine Schriften. 4, 1855—19, 1899.

509 Jahresbericht. 39, 1853—

Epinal.

Société d'émulation du dép. des Vosges.

515 [0]Annales. 1, 1831—

Erfurt.

Königliche Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.

517 Jahrbücher. Neue Folge. 7, 1873. 27, 1901—

Erlangen.

Physikalisch-medizinische Societät.

521 Abhandlungen. Bd. 1 u. 2. 1810/12.

522 Wissenschaftliche Mitteilungen. Heft 1, 1858.

523 Verhandlungen. Heft 1 und 2, 1865/70.
Sitzungsberichte, Heft 3, 1870—

Firenze.

R. Accademia economico-agraria dei Georgofili.

529 Atti. Nuova serie 1, 1853—14, 1867. 4a ser. 8, 1885—26. 1903. 5a ser. 1, 1904—

529 a Degli studi e delle vicende della R. Acc. dei Georgofili. Dal 1854 al 1903.

Società botanica italiana.

530 Giornale botanico italiano. 4, 1872—

531 Bullettino. 1892—

531 a Bullettino bibliografico della botanica italiana. 1, 1904—

Società entomologica italiana.

532 Bullettino. 1, 1869—7 [0], 1875. 34, 1902—

Frankfurt a./M.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft.

*536 Abhandlungen. 1, 1854/55—

537 Bericht. 1868/69—

537 a Festschrift zur Erinnerung an die Eröffnung des neuerbauten Museums 1907. Beiband zu Bericht 68/69.

Physikalischer Verein.

539 Jahresbericht. 1843—

Frankfurt a./O.

Naturwissenschaftlicher Verein des Regierungsbezirkes Frankfurt a/O.

542 Monatliche Mitteilungen. 3 Hefte. 1883/84. 86/87. 90.
Helios. Abhandlungen u. monatl. Mitteilungen. 8, 1891—
543 Societatum litterae. Jahrg. 4, 1890—14, 1900.

Frauenfeld.

Thurgauische naturforschende Gesellschaft.

549 Mitteilungen. Heft 1, 1855/57—

Freiburg i./B.

Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften.

555 Beiträge zur rheinischen Naturgeschichte. 1. Jahrg. Heft 1—3, 1849—53.

Naturforschende Gesellschaft.

556 Berichte über die Verhandlungen. 1, 1855—8 (mit Supplement) 1883.
Festschrift zur Feier des 50-jähr. Jubiläums. (Bd. 6 der Berichte beigebunden.)
557 Berichte. 1, 1886—

Badischer botanischer Verein (seit 1908: Landesverein für Naturkunde).

558 Mitteilungen. 175, 1901—

Fribourg.

Société fribourgeoise des sciences naturelles.

560 Bulletin. Année 1, 1879/80—
561 Mémoires de la Soc. frib. des sciences naturelles.
Botanique; 1, 1901—
Chimie; 1, 1901—
Géol. et géogr.; 1, 1900—
Mathém. et phys.; 1, 1904—
Bactériologie; 1, 1908—
Zoologie; 1, 1907—

Fulda.

Verein für Naturkunde.

565 Bericht. 1, 1870—8, 1898.
566 Ergänzungsheft. 1, 1899. 2, 1901.

Genève.

Institut national genevois.

570 Bulletin. 1, 1853—
571 Mémoires. 1, 1853—

Société de physique et d'histoire naturelle.

573 Mémoires. 1, 1821—

573 a Compte rendu des séances. 27, 1910—

574 Publications des membres actuels de la société. 1883.

Conservatoire et jardin botanique.

576 Annuaire. 1, 1897—

Genova.

Museo civico di storia naturale.

580 Annali. Ser. 2, 1, 1884—20, 1899. Ser. 3, 1, 1904—

Società linguistica di scienze naturali e geografiche.

583 Atti. Vol. 6, 1895—

Gent.

Kruidkundig genootschap Dodonaea.

584 Botanisch jaarboek. 1, 1889—3, 1891. 5, 1893. 6, 1894.

Georgetown.

Royal Agricultural and Commercial Society.

423 Timehri. Ser. 3, 1, 1911—

Giessen.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

586 Bericht. 3, 1853—34, 1903. Neue Folge: Medizin. Abteilung. 1, 1906—
Naturwissensch. Abteilung. 1, 1904/06—

587 Phanerogamen-Flora von Oberhessen. Dr. C. Heyer und Dr. J. Rossmann. 1860.

Glarus.

Naturforschende Gesellschaft des Kantons Glarus.

590 Neujahrsblatt. Heft 1, 1892. 2, 1907.

Glasgow.

Natural History Society.

593 Proceedings. 2, 1869/75—5, 1880/83.
New Series: Proceedings and Transactions. Vol. 1, 1883/86—

594 The Glasgow Naturalist. 1, 1908/09—

Görlitz.

Naturforschende Gesellschaft.

598 Abhandlungen. 1, 1827—

Göteborg.

Kungl. Vetenskaps-och Vitterhets-Samhället.

602 Handlingar. 4. följden, 1, 1898—

Göttingen.

Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften.

605 Nachrichten von der Georg Augusts-Universität u. der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften. 1853—93.
Mathematisch-phys. Klasse. 1894—
Geschäftliche Mitteilungen. 1894—

Granville (Ohio; U. S. A.).

Scientific Laboratories of Denison University.

611 [0]Bulletin. Vol. 1, 1885/88—

Graz.

Geognostisch-montanistischer Verein für Steiermark.

616 Bericht. 1—12, 1852—74. Schlussbericht.

Steirischer Gebirgsverein.

617 Jahresbericht. 13—23, 1885—96.

Verein der Aerzte in Steiermark.

618 Jahresbericht. 2, 1864/65.
619 Mitteilungen. 17, 1880—

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.

620 Mitteilungen. Heft 1, 1863—

Akademischer naturwissenschaftlicher Verein.

622 Jahresbericht. 1, 1875—5, 1879.

Greifswald.

Geographische Gesellschaft.

626 Jahresbericht. 1, 1882/83—

Naturwissenschaftl. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen.

627 Mitteilungen aus dem Verein. Jahrg. 1, 1869—

Grenoble.

Laboratoire de géologie de la faculté des sciences de l'Université.

628 Travaux du laboratoire. 5, 1899/1900—

Güstrow.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.

633 Archiv. Heft 1, 1847—

Haarlem.

Hollandsche maatschappij der wetenschappen.

684 Natuurkundige verhandelingen.
2. verzameling. Deel 1, 1841—25, 1868.
3. verzameling. Deel 1. 2. 1878.

685 Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. 1, 1866—30, 1897. Ser. II, 1, 1898—15, 1911. Ser. III A (Sc. exactes), 1—; B (Sc. naturelles), 1—

686 Archives du Musée Teyler. 1, 1868—5, 1880. Ser. II, 1, 1883—12, 1911. Ser. III, 1, 1912—

Fondation Teyler van der Hulst.

687 Origine et but de la Fondation Teyler, par Van der Ven. s. a.

Halifax.

Nova Scotian Institute of Natural Science.

640 Proceedings and Transactions. Vol. ⁰7, 1889/90. 8 (= 2d ser. 1), 1890/94—

Halle.

Kaiserl. Leopoldino-Carolinisch deutsche Akademie der Naturforscher.

646 Leopoldina. Heft 5, 1865—

Verein für Erdkunde.

647 Mitteilungen. 1877— (nb. 1906 = 30. Jahrgang).

648 a T. von Bellingshausens Forschungsfahrten im südlichen Eismeer 1819—21 (1902).

Naturwissenschaftlicher Verein.

649 Jahresbericht. 1—5, 1848—1853.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen.

650 Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften. Bd. 1, 1853—67, 1894.

Hamburg.

Deutsche Seewarte.

656 Jahresbericht. 4, 1871; 6, 1873; 7, 1874. Wird fortgesetzt in:

658 Aus dem Archiv. Jahrg. 1, 1875— (nb. 6 u. 7 fehlen).

657 Monatliche Übersicht der Witterung. 1, 1876—10, 1885. Monatsbericht. Jahrg. 11, 1886—16, 1891.

659 Meteorologische Beobachtungen in Deutschland. Jahrg. 1—9, 1878—86.
Deutsches meteorologisches Jahrbuch. Jahrg. 10, 1887—

664 Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im System der deutschen Seewarte, für 1876—

Naturwissenschaftlicher Verein.

661 Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Bd. 1, 1846—

662 Verhandlungen. N. F. 1—6, 1875—81. 3. Folge, 1, 1893—

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung.

663 Verhandlungen. 1, 1871/74—

Hanau.

Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde.

670 Annalen. Bd. 1—4, 1809—1819.

671 Bericht. 1850/51—

672 Naturhistorische Abhandlungen aus dem Gebiete der Wetterau. Festgabe zur 50-jähr. Jubelfeier, 1858.

673 Katalog der Bibliothek der Gesellschaft. 1883. 1902.

674 Festschrift zur Feier des 100-jähr. Bestehens. 1908.

675 Geschichte der Wetterauischen Gesellschaft, von Prof. Dr. J. Zingel. 1908.

Hannover.

Naturhistorische Gesellschaft.

678 Jahresbericht. 9, 1859. 11, 1860/61— (58—60 fehlen).

Deutscher Seefischerei-Verein.

679 Mitteilungen. 16, 1900—

Heidelberg.

Naturhistorisch-medizinischer Verein.

693 Verhandlungen. [0]1, 1857—6, 1872. N. F. 1, 1877—

694 Festschrift zur Feier des 500-jährigen Bestehens der Ruperto-Carola. 1886.

Helsingfors.

Geografiska Föreningen i Finland.

700 Meddelanden. 5, 1899/1900—

Finlands Geologiska Undersökning.

701 [0]Beskrifning till kartblad. 1, 1879—

Societas pro Fauna et Flora Fennica.

702 Notiser. 2, 1852. 3. 5—14, 1875.

703 Meddelanden af Soc. pro Fauna. 1, 1876—

704 Acta. 1, 1875/77—

705 Herbarium musei Fennici, ed. 2.
1. Plantae vasculares, cur. Th. Saelan, A. O. Kihlmann. H. Hjelt. 1889.
2. Musei, cur. J. O. Bomansson & V. F. Brotherus. 1894.

706 Botanische Sitzungsberichte. Jahrg. 1, 1887/88—2/4, 1888/91.

Commission géologique de la Finlande.

708 Bulletin. I, 1, 1895/98—

708 a Geologisk öfversiktskarta öfver Finland.

708 b Meddelanden från industristyrelsen i Finland. Heft 32 u. 33, 1902.

Hermannstadt.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.

713 Verhandlungen und Mitteilungen. 19, 1868—

713 a Der siebenbürg. Verein für Naturwissensch. in Hermannstadt, nach seiner Entstehung .... 1896.

714 Abhandlungen. 1, 1902. 2, 1901.

Hobart (Tasmanien).

Royal Society of Tasmania.

710 a Papers and Proceedings. 1911—

Hof.

Nordoberfränkischer Verein für Natur-, Geschichts- und Landeskunde.

710 Bericht. 1, 1896—

Jekatherinburg.

Société ouralienne d'amateurs des sciences naturelles.

709 [0]Bulletin. T. 22, 1901—

Indianapolis (Indiana; U. S. A.).

Indiana Academy of Science.

205 Proceedings. 1891. 1893—

Brookville Society of Natural History.

206 Bulletin. 1, 1885. 2, 1886.

Innsbruck.

Ferdinandeum.

711 Bericht des Verwaltungsausschusses. 28, 1857/59—35, 1877. Mit der Zeitschrift zusammengebunden.

711 [0]Zeitschrift. 3. Folge, Heft 5, 1856—

Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein.

712 Berichte. Jahrg. 5, 1875—

Johannesburg.

Geological Society of South Africa.

712 a Transactions. Vol. 15, 1912—

712 a Proceedings. 1912—

Irkutsk.

Observatoire magnétique et météorologique.

715 Annales de l'observatoire physique central Nicolas; Supplément. 1903—1905.

Karlsruhe.

Redaktion der „Allgemeinen botanischen Zeitschrift".

716 Allgemeine botanische Zeitschrift. 1902—

Badischer zoologischer Verein.

717 Mitteilungen. Nr. 1, 1899—18, 1907.

Naturwissenschaftlicher Verein.

718 Verhandlungen. Heft 1, 1864—

Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie.

*719 Jahresbericht. 1883—

720 Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. 1 und 2, 1891—

Natw. Zs. 122 Beiträge zur Hydrographie des Grh. Baden. Heft 1, 1881/84—11, 1905.

Kasan.

Société physico-mathématique.

723 Bulletin. 2me série, 10, 1900—

Gesellschaft der Naturforscher bei der Universität.

723 a Trudy. 33, 1899—

723 b Protokoly. 1901/02—1911.

Kiel.

Verein nördlich der Elbe zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

724 Mitteilungen. Heft 4, 1860—9, 1868.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein

725 Schriften. Bd. 3, 1, 1878—

Kiew.

Société des naturalistes.

730 [0]Mémoires. S. 10, 1, 1889—

Klagenfurt.

Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten.

737 Jahrbuch. 1, 1852—28, 1909.

737 a Carinthia II. Jahrg. 93, 1903—

738 Diagramme der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. 1883—1900.

739 Festschrift zum 50-jähr. Bestand des Museums. 1898.

Klausenburg.

Siebenbürgischer Museumsverein.

740 [0]Értesitö orvos-természettudományi. (Von 1901 an: Sitzungsberichte der med.-natw. Section des siebenbürg. Museumsvereins.) Bd. 12, 1890—

741 [0]Múzeumi füzetek (Naturwissenschaftliche Museumshefte). Bd. 1, 1906—4, 1909.

Königsberg.

Kön. physikalisch-ökonomische Gesellschaft.

746 Schriften. Jahrg. 1, 1860—

Kopenhagen.

Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.

747 Oversigt over det forhandlinger. 1892—

Dansk Geologisk Forening.

748 Meddelelser. Nr. 6, 1900—17, 1911 (13—17 = Bind III). Bind IV, 1, 1912—

Kgl. Danske Geografiske Selskab.

749 Geografisk tidskrift. 15, 1899/1900—

Krakau.

Akademie der Wissenschaften.

751 Pamiętnik. Wydział matematyczno-przyrodniczy. T. 16 u. 17, 1889/90.

752 Anzeiger. 1889—1901.
Mathemat.-natw. Klasse. 1901—

753 Rocznik. 1888—95.

754 Rozprawy. T. 19 & 20, 1889/90. Ser. II, T. 1, 1891.

755 Sprawozdanie. T. 22, 1888—

755 a Katalog literatury naukowej polskiej. T. 1, 1901—10, 1910.

Krefeld.

Verein für Naturkunde.

756 Jahresbericht. 3, 1896/97 und 97/98.

756 a Mitteilungen. 1909. 1910.

Landshut.

Botanischer Verein in Landshut.

757 [0] Bericht. 3, 1869/71—

La Plata (Argentinien).

Museo de La Plata.

Natw. Zs. 239 Anales del Museo de La Plata.
Palaeontologia Argentina. I—III, 1891—1904.
Secc. geol. y mineral. I, 1892—III, 1900.
Secc. zool. I, 1893—III, 1895.
Secc. antropol. I, 1896.
Secc. bot. I, 1902.
Secc. pal. V, 1903.
Secc. de arqueol. II & III, 1892.
Secc. de histor. general I, 1892.

Natw. Zs. 239 a Anales. II ser., T. 1, 1& 2, 1907/08.
Natw. Zs. 240 [0]Revista. I, 1890/91—

Lausanne.

Société vaudoise des sciences naturelles.

761 [0]Bulletin, T. 1, 1842/45—
761 [0]Observations météorologiques (Station du Champ-de-l'Air). 1903—08.
761 a [0]Procès-verbaux. Nr. 1, 1908—
762 [0]Rapports annuels des conservateurs du Musée. 1890—98.

Lawrence (Kansas; U. S. A.)

Kansas University.

766 [0]Quarterly.
Series A: Science and mathematics. Vol. I, 1, 1892— Vol. X, 4, 1901.
Series B: Philol. and history. Vol. VI, 1, 1897— Vol. VIII, 1, 1899.
Science Bulletin. Vol. I, 1—4, 1902—

The University Geological Survey of Kansas

767 Annual bulletin. 1902.
767 a [Reports.] Vol. 8, 1904. 9, 1908.

Leiden.

Nederlandsche dierkundige vereeniging.

771 Tijdskrift. Deel IV, 1879—VI, 1882/85. II. Serie, Deel I, 1885/87—
Supplement. 1, 1883/84. 2, 1888.
773 Catalogus der Bibliothek. 3.—5. Ausgabe, 1884—1914.

Leipzig.

Fürstl. Jablonowski'sche Gesellschaft.

778 Abhandlungen bei Begründung d. sächs. Ges. d. Wiss. 1846.
779 Preisschriften. Mathem.-natw. Section. Bd. 1, 1847—
780 [0]Jahresbericht. 1878—

Naturforschende Gesellschaft.

782 Schriften. Bd. 1, 1822.
783 Sitzungsberichte. Jahrg. 1, 1874—

Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.

787 Abhandlungen. Math.-phys. Classe. Bd. 1, 1852—
788 Berichte über die Verhandlungen. Math.-phys. Classe. 1, Jahrg. 1849—
789 Reden und Register zur 50-jähr. Jubelfeier der Gesellschaft. 1896.

Redaktion der Zeitschrift für angewandte Mikroskopie.

790 Zts. für angewandte Mikroskopie. Bd. 13, 1907/08.

Verein für Erdkunde (seit 1911: Gesellschaft f. Erdk.).

791 Mitteilungen. 1884—

792 Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Bd. 1, 1891—

Expedition des „Helios“.

794 Helios; Zts. für Elektrotechnik. Jahrg. 9, 25, 1903—14, 52, 1908.

Liège.

Société médico-chirurgicale.

798 Annales. Année 30, 1891—46, 1907.

Liestal.

Naturforschende Gesellschaft Baselland.

799 Tätigkeitsbericht. 1900/01—

Lincoln.

University of Nebraska. Agricultural Experiment Station.

*801 Bulletin. Vol. IV, Nr. 16, 1891—

801 b [0]Extension Bulletin. Nr. 3, 1912—

801 c Research Bulletin. Nr. 1, 1913—

Lindenberg.

Kgl. preussisches aeronautisches Observatorium.

803 Ergebnisse der Arbeiten. 1, 1905—

803 a Bericht über die aerolog. Expedition nach Ost-Afrika 1908. 1911.

Linz.

Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns.

804 Jahresbericht. 1, 1870—

805 Beiträge zur Witterungskunde von Ober-Oesterreich. 1897. 1898.

Lisboa.

Société portugaise de sciences naturelles.

808 Bulletin. 1, 1907—

808 a Memórias. 1, 1913—

Aquario Vasco da Gama.

809 O Aquario Vasco da Gama. Relatorio. 1901.

Sociedade de geographia.

810 [0]Boletin (mit Actas). Ser. 2, Nr. 1, 1880—

811 Expedição scientifica á Serra da Estrella, 1881. Secção de archeol., de botanica, de ethnograph., de medic., de meteorol.

813 Catalogos e indices. As publicações. 1889.
814 Indices e catalogos. A Bibliotheca. 1, 1893—

Commissão dos trabalhos geologicos (seit 1899: Direcção dos serviços geologicos).
816 Communicações. T. 1, 1883/87—

Academia das sciencias de Lisboa.
817 Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes. 2. ser. T. I, 1, 1889—VI, 23, 1901.
817 a Actas das assembléas geraes. 1, 1905. 2, 1912.
817 c Actas das sessões da primeira classe. 1, 1908.
817 d Boletim da segunda classe. 5, 1911—
817 e Boletim bibliográfico. 2. ser. I, 1. 2. 1911/13.

Liverpool.

Liverpool Biological Society.
818 Proceedings and Transactions. 15, 1901—

Literary and Philosophical Society.
818 a °Proceedings. 56, 1901/02—

Llinás (Barcelona, España).

Observatorio Belloch.
Nat. Ges. Fol. 11 Observaciones meteorológicas. 1902—04.

London.

British Association for the Advancement of Science.
820 °Reports of the meetings. 1/2, 1831/32—58, 1888.

Guy's Hospital.
Med. Zs. 107 Reports. 3d series, Vol. 1, 1855—

Royal Institution.
822 Notices of the Proceedings. Vol. 1, 1851/54—
823 List of the members. 1855—92. (Bis 1882 den Notices beigebunden.)

Chemical Society.
825 Proceedings and Memoirs. 1841/42 & 1842/43.
827 Journal. Vol. 1, 1849—76, 1899.
828 Proceedings. Vol. 2, 1886—15, 1899.

Linnean Society.
*831 Transactions. Vol. 1, 1791—30, 1875.
Botany. 2d series, Vol. 1, 1880—
Zoology. 2d series, Vol. 1, 1879—
832 Journal.
Botany. Vol. 1, 1857— (Vol. 1—8 mit Zool. zusgeb.).
Zoology. Vol. 1, 1857—

833 Proceedings. Vol. 1, 1838—48. 2, 1848—55.
Session. 1864/65—
834 List. 1852— (zum Teil den Proceedings beigeb.).

Royal Astronomical Society.

837 Monthly notices. 65, 1, 1904—
837 a Memoirs. 56, 1906.

Geological Society.

*838 Quarterly Journal. Vol. 1, 1845—
839 Geological literature, added to the Geol. Society's library. 1901—
839 a [0]List of the Geol. Society. 1904—

Royal Society.

841 Abstracts oft the. .. Philosophical Transactions. Vol. 1, 1800/1814— (Von Vol. 7 an: Proceedings).
842 Yearbook of the R. Society. 1, 1896/97. 2, 1897/98.

Royal Microscopical Society.

843 Monthly microscopical Journal. Vol. 1, 1869—18, 1877.
844 Journal of the Microscopical Society. Vol. I, 1, 1878—III, 2, 1880. Ser. 2, Vol. 1, 1881— (Von Bd. 7 an sind die Bände nicht mehr nummeriert).

Louvain.

Société scientifique de Bruxelles.

850 Annales. Table anal. des 25 premiers volumes, 1875—1901. 29, 1905—
850 a Revue des questions scientifiques. Table anal. des 50 premiers volumes, 1877—1901. 3me série, 7, 1905—

Rédaction de „La Cellule".

851 La Cellule. I, 1884—IV, 1888. 19, 1901—

Lübeck.

Naturhistorisches Museum.

853 Mitteilungen der geogr. Gesellschaft und des naturhist. Museums. 2. Reihe, Heft 1, 1890—

Lüneburg.

Naturwissenschaftlicher Verein.

859 Jahreshefte. 2, 1866—

Lund.

Universitas Lundensis.

865 [0]Acta universitatis (Lunds Universitets Års-Skrift). Afdeln. för mathem. och naturvetensk. 1, 1864—40. N. F. 1, 1905—
866 [0]Universitets-Bibliotheks-Accessionskatalog. 1867—

Luxemburg.

Institut grand-ducal, section des sciences nat. (bis 1873: Soc. de sciences naturelles).

872 Publications. T. 1, 1853—

872 a Archives trimestrielles. I, 1906—V, fasc. 2, 1910.

873 Observations météorologiques faites à Luxembourg par F. Reuter. Vol. 3—5, 1887—1890.

Société botanique.

874 [0]Recueil des mémoires et des travaux. 1, 1874—16, 1903.

Fauna, Verein Luxemburger Naturfreunde.

876 [0]Fauna, Mitteilungen. 1, 1891—16, 1906.

Société des naturalistes luxembourgeois (Fusion der Soc. botanique und der Fauna).

874 Bulletins mensuels. N. F. 1, 1907—

Luzern.

Naturforschende Gesellschaft.

877 Mitteilungen. Heft 1, 1895/96—

Lyon.

Académie des sciences, belles-lettres et arts.

879 Mémoires. Sect. des sciences, T. 1 u. 2, 1845 u. 47. [0]N. Sér., Classe des sciences, T. 2, 1852—31, 1892. Sciences et lettres, 3me Sér., T. 1, 1893—

880 Mémoires. Classe des lettres. N. Sér., T. 2, 1853—13, 1866/68.

Muséum d'histoire naturelle.

880 Archives. 1, 1872—

Société d'agriculture.

882 Annales des sciences physiques et naturelles. T. 1, 1838—

Nat. Ges. Fol. 6 Monographie géologique des anciens glaciers .... du bassin du Rhône. Atlas.

Société d'études scientifiques.

885 Bulletin. Nr. 2, 1874/76—5, 1879.

Société linnéenne.

889 [0]Compte-rendu des travaux. 1839/40—44.

890 [0]Annales. 1847/49—

Madison (Wisconsin, U. S. A.).

Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters.

896 Bulletin. Nr. 2—5, 1870/71.

Transactions. Vol. 1, 1870/72—

Wisconsin Geological and Natural History Survey.

899 [0]Bulletin. 1, 1898—

Madras.

Madras Government Museum.

895 Bulletin. IV, 3, 1903—V, 3, 1907.

Madrid.

Real Sociedad española de historia natural.

900 Boletín. 3, 1903—

901 [0]Memorias. T. I, 1, 1903—

Magdeburg.

Naturwissenschaftlicher Verein.

902 Jahresbericht (nebst Sitzungsberichten) 1/2, 1872—13/15, 1885.

Jahresbericht und Abhandlungen. 1885—1907.

903 Abhandlungen. Heft 2, 1870—6, 1874.

904 Festschrift zur Feier des 25-jähr. Stiftungsfestes. 1894.

Museum für Natur- und Heimatkunde.

905 Abhandlungen und Berichte. 1, 1906/08—

Manchester.

Manchester Museum, Owens College.

909 [0]Publications. 12, 1889/90—

Literary and Philosophical Society.

911 Memoirs. 2d ser., 13, 1856. 3d ser., 1—10, 1862—87.
Memoirs and Proceedings. 4th ser., 1, 1888—
(nb. Vol. 11 = Vol. 41).

912 Proceedings. Vol. 3, 1864—26, 1886/87.

913 Catalogue of the library. 1875.

Manila (Philippine Islands).

The Ethnological Survey.

914 [0]Publications. 1, 1905—4, 1, 1905.

The Bureau of Science of the Government of the Philippine Islands.

916 The Philippine Journal of science. Vol. I, 1, 1906—

917 Annual report. 7, 1908—

Mannheim.

Verein für Naturkunde.

919 Jahresbericht. 1, 1834—56/60, 1889/93. 71/72, 1906.

Marburg.

Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften.

925 Schriften. 1, 1823—3, 1832. 9, 1872—

926 Sitzungsberichte. 1866—

Marseille.

Faculté des sciences.

929 Annales. 1, 1891—

Musée d'histoire naturelle.

Natw. Zs. 222 Annales. 1, 1883—
Sér. II, Bulletin. T. 1, 1898/99.

Meissen.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis".

928 Mitteilungen aus den Sitzungen. 1903—

928 a Overbeck, R.: [0] Zusammenstellung der Monats- u. Jahresmittel der Wetterwarte Meissen. 1905—12.

Melbourne.

Royal Society of Victoria.

930 Proceedings. N. S. 15, 1902—

931 Transactions. Vol. V, 1, 1909.

Meriden (Connecticut; U. S. A.).

Scientific Association.

932 [0] Proceedings and Transactions. Vol. 3, 1887/88—8, 1897/98.

Messina.

R. Accademia Peloritana.

936 [0] Atti. Anno 12, 1897/98—

936 a Resoconti delle tornate delle classi. 1906 u. 07.

Mexico.

Ministerio de fomento.

939 [0] Anales. 3, 1880—9, 1891.

Nat. Ges. Fol. 1 [0] Boletin del ministerio de fomento. T. 1, 1877—10, 1885.

941 [0] Boletin mensual del observatorio meteorologico-magnetico central. T. 1, 1888—

942 Bárcena y Pérez: Estudios de meteorología comparada. T. 1, 1885.

942 a Pastrana: El servicio meteorologico de la Republica Mexicana. 1906.

Instituto geológico de Mexico.

943 [0] Boletin. 1, 1895—

943 a Expedición cientifica al Popocatepetl. 1895.

943 b Parergones del instituto geologico. 1, 1903—

Sociedad cientifica „Antonio Alzate".

944 [0] Memorias. T. I, 1, 1887—

Secretaria de fomento, colonización é industria.

946 Boletin de agricultura, minería é industrias. Año III, 3, 1893—X, 12, 1901.

[0]Boletin de la Secretaria de fomento. Año I, 1, 1901—II, 5, 1902.

947 Anales de la Academia mexicana de ciencias exactas, fisicas y naturales. T. I, 1, 2. 1903.

Museo n. de historia natural.

949 La Naturaleza. Ser. 3, T. I, 2—4, 1911/12.

Milano.

R. Istituto lombardo di scienze e lettere.

952 Annuario. 1864.

953 Atti. Vol. 1, 1858—3, 1862.

954 Memorie. Vol. 7, 1859—9, 1863.

Memorie. Classe di scienze matematiche e naturali. Vol. 10, 1867—

955 [0]Rendiconti. Classe di scienze matematiche e naturali. Vol. 1, 1864—4, 1867. Ser. II, 1, 1868—

957 Indice generale dei lavori. 1891.

Società italiana di scienze naturali.

958 Atti. Vol. 1, 1855/59—

959 Memorie. T. 5, 1895—

Milwaukee (Wisconsin; U. S. A.).

Natural History Society of Wisconsin.

964 [0]Occasional papers. Vol. 1, 1889/90. 2, 1892.

963 Bulletin of the Wisconsin Nat. Hist. Society. New Ser., Vol. I, 1900—

Public Museum of the City of Milwaukee.

965 [0]Annual report of the board of trustees. 1, 1883—

966 Bulletin of the Public Museum. I, 1. 2. 1910/11.

Minneapolis (Minnesota; U. S. A.).

Geological and Natural History Survey of Minnesota.

970 Minnesota Botanical Studies. Vol. 1, 1894/98—

971 [0]Annual Report. 1, 1872—24, 1895/98.

971 a The geology of Minnesota. Vol. I, 1872/82. VI, 1900/01.

972 Bulletin. Nr. 1, 1889—

973 Report of the State Zoologist. 1, 1892—2, 1895.

973 a [Report of the Geological and Natural History Survey.]
Zoological series III & IV, 1897. 1903.
Botanical series V, 1905.

Minnesota Academy of Science.

974 Bulletin. Vol. 3, 1891—

975 Occasional papers. Vol. I, 1, 1894.

Missoula (Montana; U. S. A.).

University of Montana.

976 °Bulletin of the university of Montana. 3, 1901—

Modena.

Società dei naturalisti e matematici.

977 Atti. Ser. IV, Vol. 7, 1905—15. Ser. V, Vol. 1, 1914—

Montbéliard.

Société d'émulation.

978 Compte-rendu de la situation et des travaux. 1854.

979 °Mémoires. II sér., T. 4 & 5, 1868/70. III sér., T. 1, 1877—

Montevideo (Uruguay).

Museo nacional de Montevideo.

982 °Anales. I, 1, 1894—

982 a Anales. Secc. hist.-filosof. T. I, 1904—II, 1, 1905.

Montpellier.

Académie des sciences et lettres.

985 Mémoires. Section des sciences. T. 1, 1847/50— 11, 1892. II sér., T. 1, 1894—

986 Mémoires. Sect. de médecine. T. III, 4, 1861—VI, 1892. II sér., T. 1, 1900—

987 Catalogue de la bibliothèque de l'Académie. 1901.

988 Bulletin mensuel de l'académie. 1909—

Morelia (Mexiko).

Observatorio astronomico y meteorologico del seminario.

989 °Boletin mensual. Año 12, Nr. 18, 1906—

Moskau.

Société impériale des naturalistes.

992 °Nouveaux mémoires. T. 11, 1859—

993 Bulletin. Année 1, 1829—

994 Meteorologische Beobachtungen am meteorologischen Observatorium zu . . . Moskau. 1882—1890. (Von 1891 an mit dem Bulletin zusammengebunden.)

Mülhausen i./Els.

Industrielle Gesellschaft.

1003 °Verzeichnis der Preisaufgaben. 1846—50. 1893—

1004 Bulletin de la Société industrielle. T. 1, 1828—

München.

Gesellschaft für Morphologie und Physiologie.

1005 Sitzungsberichte. 20, 1904—

Deutscher und österreichischer Alpenverein.

Natw. Zs. 736 [0]Mitteilungen. Jahrgang 1882—

K. bayerische Akademie der Wissenschaften.

1006 Bulletin. 1847—53.

1007 [0]Gelehrte Anzeigen. Bd. 1, 1835—5, 1837. 38, 1854—50, 1860.

1008 Sitzungsberichte. Jahrg. 1860—70.

1009 Sitzungsberichte. Math.-phys. Classe. Bd. 1, 1871—

1010 [0]Almanach. 1855—

1011 Birlinger: Schwäbisch-Augsburg. Wörterbuch. 1864.

1012 Abhandlungen der Math.-phys. Classe. Bd. 1, 1832—
Supplement-Bd. 1, 1908—

1013 Festreden. 1830—

Bayerische Botanische Gesellschaft.

1015 Berichte. 1, 1891—

1015 a Mitteilungen. Bd. I, 1, 1892—

Ornithologische Gesellschaft.

1016 Jahresbericht. 1, 1897/98— (von Bd. 4 an: Verhandlungen der orn. Gesellschaft).

Münster.

Westfälischer Provinzialverein für Wissenschaft und Kunst.

1017 Jahresbericht der zool. Sektion. 1876/77.

1018 [0]Jahresbericht. 6, 1877—

Nancy.

Société des sciences de Nancy (Ancienne Société des sciences naturelles de Strasbourg).

1024 Bulletin. II Sér., T. IV, 8, 1878—XVI, 34, 1900.

1025 Bulletin des séances. Année 1, 1889—10, 1898. Sér. III, T. 1, 1900—

Académie de Stanislas.

1027 Mémoires. [0]5me sér., T. 16, 1899—20, 1903. 6me sér., T. 1, 1904—

Nantes.

Société des sciences naturelles de l'ouest de la France.

1032 [0]Bulletin. T. 3, 1893—10, 1900. 2me sér., 1—10. 3me sér., 1, 1911/12—

Napoli.

Accademia delle scienze fisiche e matematiche.

1038 Atti. 2a ser. Vol. 1, 1888—

1039 Rendiconto. Anno 22, 1883—26, 86. 2a ser. 1 (anno 27), 1887—8. 3a ser. 1 (anno 34), 1895—

Redazione degli „Annali di nevrologia".

1041 Annali di nevrologia. Anno 17, 1900—

Neisse.

Philomathie (Wissenschaftliche Gesellschaft).

1045 Denkschrift zur Feier des 25-jähr. Bestandes. 1863.

1045 °Bericht. 14, 1863/65—34, 1906/08.

Neuchâtel.

Société neuchâteloise des sciences naturelles.

1051 Bulletin. T. 1, 1847—

1052 Mémoires. T. 1, 1835—3, 1845. 5, 1914.

Société neuchâteloise de géographie.

1054 Bulletin. T. 1, 1885—

New-Haven (Connecticut; U. S. A.).

Connecticut Academy of Arts and Sciences.

1058 Transactions. Vol. 1, 1866/71—

1059 Memoirs. 2, 1910. 3, 1911.

Redaktion des „American Journal of Science and Arts".

1060 Journal. Vol. 44, 1843—49, 1845. 2. ser., Vol. 1—50. 3. ser., Vol. 1—50, 1895.

Astronomical Observatory of Yale University.

1062 Transactions. Vol. 1, 1887/1904—

1063 Report of the Observatory. 1889—1904.

New-Orleans (Louisiana; U. S. A.).

Academy of Sciences.

1069 Papers. Vol. I, 1, 2, 1886/88.

Louisiana State Museum.

1071 Biennial Report. 2, 1908/10—

1072 Bulletin. Nr. 1, 1910.

New-York.

American Geographical Society.

Dbl. Zs. 70 Bulletin. 41, 9, 1909—47, 12, 1916.
Geographical review. 1, 1, 1916.

Lyceum of Natural History.

1075 Annals. Vol. 7, 1862—11, 1876.

1076 °Proceedings. 1870—74.

New-York Academy of Sciences (früher: Lyceum of Nat. Hist.).

1079 Annals. Vol. 1, 1879—

1079 a Proceedings. Vol. 1, 1915—

1080 ⁰Transactions. Vol. 1, 1881/82—16, 1898. (Von da an mit den Annals vereinigt.)

1081 Memoirs. I, 1, 1895—II, 4, 1905.

American Museum of Natural History.

1082 ⁰Memoirs. Vol. I, 8, 1903—IX, 6, 1909. N. S. I, 1/2, 1912—

1083 Bulletin. Vol. 1, 1889—

1084 ⁰Annual report. 1, 1870—

Torrey Botanical Club.

1085 ⁰Bulletin of the New-York Botanical Garden. II, 6, 1901—

New-York Zoological Society.

1086 Zoologia. I, 1, 1907—

New-York State Museum.

1087 ⁰Annual report of the regents. 12, 1859—62, 1908.

Nijmegen.

Nederlandsche botanische vereeniging.

1089 Nederlandsch kruidkundig archief. 2. Ser., Deel 4, 1886—6, 1895. 3. Ser., Deel 1, 1899—2, 1903.

1089 b Recueil des travaux botaniques néerlandais. Vol. 1, 1904—

Niort.

Société de vulgarisation des sciences naturelles des Deux-Sèvres.

1056 Mémoires. 1, 1909. 2, 1910.

Nowo-Alexandria (Gouv. Lublin; Russland).

Institut agronomique et forestier.

1093 Mémoires de l'Institut. 17, 1905—

1093 a Godičnyŭ otčet. 1904 u. 1905.

Nürnberg.

Naturhistorische Gesellschaft.

1090 Abhandlungen. Bd. 1, 1858—

1091 Jahresbericht. 1884—90. 1904 u. 05. 1914. (1891—1903 den Abhandlungen beigebunden, 1906—13 in den Mitteilungen enthalten.)

1091 a Mitteilungen. 1. Jahrg. 1907—

1092 Festschrift zur Säcularfeier der nat. Ges. 1901.

Oberlin (Ohio; U. S. A.).

Oberlin College.

1096 Laboratory Bulletin Oberlin College, 11, s. a.—

1096 a The Wilson Bulletin. N. S. 9, 1902—

Odessa.

Société des naturalistes de la Nouvelle Russie.

1097 Mémoires. T. 13, 1888—15, 1890.

Observatoire magnétique et météorologique de l'Université.

1099 Annales. 4, 1897—10, 1903.

1099 a Annuaire. 1908—1911/12.

Offenbach.

Verein für Naturkunde.

1103 Bericht. 1, 1860—

O-Gyalla (Ungarn).

K. ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

1105 Publikationen. Bd. 2, 1900—9, 1910.

1105 a Jahrbücher. 29, Jahrg. 1899—39, Jahrg. 1909.

1105 a Beobachtungen, angestellt am kön. ung. met.-magn. Observatorium, 1905.

1105 b Bericht über die Tätigkeit. 2, 1901—9, 1908.

1105 c Namen- u. Sachregister der Bibliothek. 1902. Mit Jahres-Supplementen 1, 1902—9, 1910.

Osnabrück.

Naturwissenschaftlicher Verein.

1109 Jahresbericht. 3, 1874/75—13, 1898.

Ottawa.

Geological Survey of Canada.

2100—2225 Report [and other publications].

1111 Department of mines. ⁰Guide Book, Nr. 1, 1913—

1112 ⁰Museum Bulletin. 1, 1914—

Padova.

Accademia scientifica veneto-trentino-istriana.

1115 Atti. Vol. 1, 1872—12, 1890. Ser. II, 1, 1892—4, 99. N. Ser. Anno 1, 1904—5, 1908. Ser. III, Anno 1, 1908—

1116 Bullettino. T. 1, 1879—6, 4, 1899.

Palermo.

R. Istituto ed orto botanico.

1122 Contribuzioni alla biologia vegetale. Vol. III, 1904—IV, 1905/09.

Clinica delle malattie mentali e nervose della R. Università di Palermo.

1122 a Annali. 3, 1909.

Società di scienze naturali ed economiche.

1123 [0]Giornale di scienze naturali. Vol. 1, 1866—

R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo.

1125 [0]Atti. Ser. III, Vol. 6, 1900/01—9, 1912.

1125 a Bullettino. 1899—1902. 1907/10.

Società dei naturalisti siciliani.

1126 [0]Il Naturalista Siciliano. N. Ser. Anno 1, 1896—

Pará (Brasilien).

Museu Goeldi (Museu Paraense de hist. nat. e ethnographia).

1127 Memorias. 1, 1900—4, 1905.

Natw. Zts. 238 Boletin do Museu Paraense. 1, 1894/96—

1127 a Verzeichnis der Publikationen des Mus. Goeldi. 1894—1904.

Paris.

Ecole polytechnique.

*1129 Journal. T. I, cahier 1, an III—cah. 64, 1894. II Sér., cah. 1, 1895—

Muséum d'histoire naturelle.

1130 Bulletin. Année 1895—

Société d'anthropologie.

1132 Bulletins. T. 1, 1860—6. II sér., 1—3. III sér., 7—12. IV sér., 1—10, 1899.

Bulletins et mémoires. V sér., 1, 1900—10. VI sér., 1, 1910—

1133 [0]Mémoires. T. 1, 1860/63. II sér., T. 3, 3. 4—4. III sér., 1—2, 1896/1902 (von da ab mit Bulletins vereinigt).

1134 Catalogue de la bibliothèque. 1891.

1134 a L'Ecole d'anthropologie de Paris. 1907.

Société française de physique.

1135 [0]Bulletin des séances. 1901—1910.

1135 [0]Resumés des communications. Nr. 171, 1901—316, 1910. Nr. 1, 1910—

1135 a Journal de physique théorique et appliquée. Sér. 4, 1, 1902—9, 1910. Sér. 5, 1, 1911—

1135 b Procès-verbaux et résumés des communications. 1912—

1135 c Annuaire. 1912—

1136 Collection de mémoires relatifs à la physique. T. 1, 1884—5, 1891. II sér., fasc. 1& 2, 1905.

Société française de minéralogie.

1137 Bulletin. T. 1, 1878—

Société philomathique de Paris.

*1138 Bulletin de la société. T. 1, 1791—3, 1803. Nouv. bull. 1, 1807—3, 1812/13. Bull., Année 1814—24. N. bull., Année 1825, 26. 6me sér. T. 10 & 11, 1873/77. 7me sér., 1—12. 8me sér., 1—10. [0]9me sér., 1—10. 10me sér., 1, 1909—

Rédaction de „La Feuille des jeunes naturalistes“.

1139 a [0]La Feuille des jeunes naturalistes. 7, 1876—

Société de géographie.

1140 La Géographie. 9 & 10, 1904.

Société mathématique de France.

1141 Bulletin. 35, 1907—

1142 Comptes-rendus des séances. 1912—

Passau.

Naturhistorischer Verein.

Bericht (vor 1870: Jahresbericht) 7/8, 1865/68—

Pavlovsk (Russland).

Observatoire Constantin.

Nat. Ges. Fol. 5 Etude de l'atmosphère; fasc. 2, 1906.

Perth (Western Australia).

Geological Survey of Western Australia.

1150 [0]Bulletin. 3, 1899—

Nat. Ges. Fol. 10 [0]Annual progress report. 1898—

Perugia.

Accademia medico-chirurga.

1151 [0]Atti e rendiconti. Vol. 1/2, 1889/90.

Annali. Vol. 3, 1891—12, 1900. 3a ser., 1—8. 4a ser., 1, 1911—

Philadelphia (Pennsylvania; U. S. A.).

Academy of Natural Sciences.

1157 Proceedings. Vol. 8, 1856—

Wagner Free Institute of Science.

1160 Transactions. Vol. 1, 1887—5, 1898.

American Philosophical Society.

1161 Proceedings. 23, 1886—

1161 a Franklin Bi-Centennial Celebration Philadelphia 1906. 1—6.

Zoological Society.

1162 Annual report. 1, 1873— (1 in appendix to 2).

Pisa.

Società toscana di scienze naturali.

1168 Atti. Vol. 1, 1875—

1169 Atti (Processi verbali). Vol. 1, 1878/79—

Plymouth.

Marine Biological Association of the United Kingdom.

1171 Journal. VI, 3, 1902—

Porrentruy.

Société jurassienne d'émulation.

1176 Coup d'oeil sur les travaux. 1849—56.

1176 [0]Actes. Session 12, 1860—35, 1884. II sér., Vol. 2, 1889—

1177 L'Emulation. Revue mensuelle. Année 1 & 2, 1876/77.

1179 Table des Coups d'Oeil, Actes et Mémoires. 1849—82.

Portici.

Laboratorio di zoologica generale e agraria. Scuola superiore di agricultura.

1182 Bollettino. 1, 1907—

Portland (Maine; U. S. A.).

Society of Natural History.

1185 [0]Proceedings. Vol. I, 1, 1862—

1185 a Journal. Vol. 1, Nr. 1, 1864.

1186 Report of the commissioner of fisheries of the State of Maine. 1, 1867—14 (?), 1881 (1 und 2 den Proceedings beigebunden).

Porto (Portugal).

Redaccion das „Annaes de sciencias naturaes".

1187 Annaes de sciencias naturaes. Vol. 8, 1903.

Posen.

Deutsche Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft (Naturw. Abteilung).

1189 Zeitschrift. Jahrg. VIII, Heft 3, 1902—

Potsdam.

Astrophysikalisches Observatorium.

[0]Publikationen. Bd. 1, 1878—

Publikationen: Astronom. Himmelskarte. Bd. 1, 1899— (in der Astronomischen Anstalt aufbewahrt).

Praetoria (South Africa).

Transvaal Museum.

1191 [0]Annals. I, 1, 1908—

1191 a Annual report. 1906—08.

Prag.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.

1192 Sitzungsberichte. Jahrg. 1859—94.
[0]Math. naturw. Cl. Jahrg. 1895—

1193 Generalregister zu den Schriften der Gesellschaft. 1784—1884. 1884—1904.
Verzeichnis der Mitglieder. 1784—1884.
[0]Jahresbericht (Deutsche Ausgabe). 1884—

1194 Abhandlungen der math. phys. Classe. 6. Folge, 5, 1871—12, 1884. 7. Folge, 1, 1886—4, 1892.

K. K. Sternwarte.

1195 Astronomische, magnetische u. meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 33, 1872—

Deutscher naturwissenschaftlich-medizinischer Verein für Böhmen „Lotos“ in Prag.

1197 Lotos. Jahrg. 8, 1858—

1198 Abhandlungen des deutschen natw. Vereins. Bd. I, 1, 1896—II, 2, 1900.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten

1199 [0]Bericht. 1871—

Export-Verein für Böhmen.

1200 Jahresbericht. 14, 1905. 17, 1908.

Presburg.

Verein für Natur- und Heilkunde.

1205 Verhandlungen. Jahrg. 1, 1856—9, 1866. [0]N. F. 1, 1869/70—

1205 a 1856—1906. Emlékmü (Gedächtnisschrift, herausgegeben vom Presburger ärztl.-naturw. Verein. 1907).

Pusa (Bengal; India).

Agricultural Research Institute.

1206 The Agricultural Journal of India. Vol. I, 1, 1906. V, 1910. VI, 1, 1911.

1206 a Memoirs of the Department of agriculture in India.
Botanical Series. I, 1, 1906—
Bacteriological Series. I, 1, 1910/11—
Chemical Series. I, 1, 1906—
Entomological Series. I, 1, 1906—

1206 b [0]Bulletin. Nr. 4, 1907—19, 1910.

Quito (Ecuador).

Observatorio astronomico de Quito.

1208 [0]Boletin. Año 1, Nr. 1, 1895—Nr. 12, 1896.

1209 Resumen de las observaciones meteorologicas. A^{no} 1, 1895/96.

1209 a Resumen del Boletin mensual. Año 1913, Nr. 1 & 2.

Regensburg.

Naturwissenschaftlicher Verein.

1211 Abhandlungen. Heft 1, 1849—11, 1878.

1212 Correspondenzblatt. Jahrg. 1, 1847—40, 1887.
Berichte des naturw. Vereins. Heft 1, 1886/87—

Kgl. botanische Gesellschaft in Regensburg.

1214 °Denkschriften. Bd. 3, 1841. N. F., Bd. 1, 1898—

Reichenberg (Böhmen).

Verein der Naturfreunde.

1218 °Mitteilungen aus dem Verein. Jahrg. 3, 1872—

Reims.

Société d'étude des sciences naturelles de Reims

1219 Bulletin de la société. Année 1, 1892—

1219 a Catalogue des Coléoptères des environs de Reims. A. Lajoye. 1896.

Riga.

Naturforscher-Verein.

1224 Arbeiten. N. F. Heft 5, 1873—13, 1911.

1225 Correspondenzblatt. Jahrg. 19, 1872—

1226 Festschrift des Vereins in Anlass seines 50-jährigen Bestehens. 1895.

Rio de Janeiro (Brasilien).

Museu nacional.

1231 °Archivos. Vol. 1, 1876—

1232 Revista do Museu nacional. Vol. 1, 1896 = Vol. 9 der Archivos.

Observatorio nacional.

1233 °Annuario. Anno 4, 1888—

1234 Boletim mensal do Observatorio. 1900—1909.

Rochester (New York; U. S. A.).

Academy of Science.

1239 Proceedings. Vol. 1, 1889/91—

Rolla (Missouri; U. S. A.).

Missouri Bureau of Geology and Mines.

1240 Bureau of geology and mines. 2d ser., Vol. 1, 1903—

1240 a Biennial Report of the State Zoologist. General assembly 42, 1903—

1240 b Preliminary Report on the structural and economic geology of Missouri. 1900.

Roma.

R. Accademia dei Lincei.

1245 Atti. T. 1/3, 1847/50—26. 2a ser., Vol. 1—8, 1883.

*1246 Atti. Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Ser. 3, 1, 1877—19. 4, 1—7. 5, 1—4, 1904.

1248 Atti. Rendiconti. Ser. 4, 1, 1885—7. 5 (Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali), 1, 1892—

1249 Atti. Rendiconti delle adunanze solenni. Vol. 1, 1892/1901—

1250 Atti. Transunti. Ser. 3, 1, 1877—8, 1884.

1251 Annuario. 1886. 1896. 1897.

Società italiana per il progresso delle scienze.

1252 Atti. Prima riunione, 1907—

1253 Bollettino del comitato talassografico. Vol. 1, 1909/10—

Società zoologica italiana.

1254 Bollettino. Vol. I, 6, 1892—VIII, 1899. Ser. 2, Vol. 1—12. Ser. 3, Vol. 1, 1912—

Redaktion der „Rassegna delle scienze geologiche in Italia".

1257 Rassegna. Vol. I, 1891—II, 3, 1892.

R. Comitato geologico d'Italia.

1259 °Bollettino. Vol. 1, 1870—

Z. K. S. 95 Carta geologica delle Alpi occidentali. Roma 1908.

Società romana di Antropologia.

1260 Atti della Società romana. Vol. 1, 1893—

Specola vaticana.

1262 Pubblicazioni. Fasc. 1 (= Vol. 1), 1891—7, 1905.

Rotterdam.

Société batave de philosophie expérimentale.

1262 a Programme de la société. 1895—

Rouen.

Société libre d'émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure.

1262 b Bulletin. 1900/01—1911.

1262 c Livre d'or. 1903.

Rovereto.

Accademia degli Agiati.

1263 Atti. Anno 2, 1884—12, 1894. °Ser. 3, 1, 1895—18. 4, 1, 1913—

1263 d Memorie dell' I. R. Accademia di scienze, lettere ed arti degli Agiati in Rovereto, pubbl. per commemorare il suo 150esimo anno di vita. 1901.

Sacramento.

Lick Observatory. University of California.

1264 Contributions. Nr. 3, 1893—5, 1895.

1264 a [0] Publications. Vol. 1, 1887—

1264 b A brief account of the Lick Observatory. 1895.

Saint-Dié.

Société philomatique vosgienne.

1282 Bulletin. Année 26, 1900/01—

Saint-Louis (Missouri; U. S. A.).

Academy of Science.

1329 Transactions. Vol. 1, 1856/60—

Missouri Botanical Garden.

1332 Annual report. 1, 1890—

1332 a Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. 1, 1914—

Salem (Massachusetts; U. S. A.).

American Association for the Advancement of Science.

1265 Proceedings. Meeting 1, 1848—49, 1900.

1266 Memoirs. 1, 1875.

Peabody Academy of Science.

1269 Memoirs. Vol. I, 4, 1875. II, 1886.

1270 Annual report. 1874—84. 18, 1886—19, 1887.

Essex Institute.

1278 Bulletin. Vol. 1, 1869—30, 1898.

1280 Proceedings. Vol. 5/6, 1866/68.

1281 Annual report for 1900.

1281 a The physical geography, geology, mineralogy & palaeontology of Essex County, Mass. By J. H. Sears. 1905.

St. Gallen.

St. Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.

1303 Übersicht der Verhandlungen. 1819/20—1833/34.

1304 Bericht über die Tätigkeit der St. Gall. Natw. Ges. 1858/60—1900/01. Jahrbuch. 1902/03—

St. Petersburg.

Kais. Akademie der Wissenschaften.

1335 Bulletin scientifique. T. 1, 1836—10, 1842.

1336 Bulletin. Classe physico-math. T. 1, 1843—17, 1859.

1337 Bulletin. T. 1, 1860—32, 1888. Nouv. Ser. 1—4. 5me sér., 1—25. 6me sér., 1907—

1339 Mélanges biologiques tirés du Bulletin. T. 13, 1, 1891.

1340 Mélanges mathémat. et astronomiques. T. 7, 1, 1891.

1341 Mélanges physiques et chimiques. T. 13, 1, 1890.

1342 Catalogue des livres. 1 (Publications en langue russe), 1902.

Physikalisches Central-Observatorium Nicolaus.

1343 ⁰Annales. 1865—1908.

1343 a Observations météorologiques en Mandchourie. M. Rykatchew red. 1. fasc., 1898—1906.

1344 Histoire de l'Observatoire Physico-Central. Pt. 1, 1849/50. M. Rykatchew.

Russische Gesellschaft für Mineralogie.

1346 Schriften. Bd. I, 1, 2. 1842.

1347 ⁰Verhandlungen. 1842/44—63. Ser. 2, Bd. 1, 1866—11, 1876.

Russische geographische Gesellschaft.

1349 Izvěstija russkago geografičeskago obščestva. (Nachrichten von der russ. geogr. Gesellschaft.) 32, 1896—

1350 Otčet. 1896—

1350 a Instrukzija. 1908.

Comité géologique.

1351 Bulletins du Comité géologique. 21, 1902—

1352 ⁰Mémoires du Comité géol. N. S. 1, 1903—

Musée géologique Pierre le Grand.

1353 Godovoij otčet. 1904—05.

1353 a Travaux du Musée géol. Pierre le Grand. 1, 1907—

San Fernando (Spanien).

Instituto y observatorio de marina.

Nat. Ges. Fol. 14 Anales. Secc. 2 : Observaciones meteorologicas. Año 1890.

San Fiel (Portugal).

Redaktion der „Brotéria". Collegio de San Fiel.

1367 Brotéria. Revista de sciencias naturaes. 1, 1902—

San Francisco.

California Academy of Sciences.

1292 Bulletin. Vol. 1, Nr. 4. Vol. 2. 1886/87.

1293 Occasional papers. Vol. 3, 1893—8, 1901.

1294 Proceedings. 2d ser. Vol. 1, 1888—6, 1896.
3d ser. Botany. Vol. 1, 1897/1900—2, 1900/04.
3d ser. Geology. Vol. 1, 1897/1904—2, 1, 1902.

3d ser. Math.-phys. Vol. 1, 1898/03.
3d ser. ⁰Zoology. Vol. 1, 1897/99—4, 1906.
4th ser. Vol. 1, 1907/12—

1297 ⁰Register of the University of California. 1886—98.

Board of State Viticultural Commissioners.

1298 ⁰Report. 1881—94.

1300 Report of the 6th annual State Viticultural Convention. 1888.

Resistant vines. By A. Hayne. 1897.

1301 Annual report of the chief executive viticultural officer. 1881—84.

San José (Costa Rica).

Istituto fisico-geografico y museo nacional de Costa Rica.

Nat. Ges. Fol. 12 ⁰Anales. T. 1, 1887—9, 1896.

1311 Informe del Museo nacional. 1896—1900.

1311 a Boletin del Instituto. Año 1, 1901—3, 1903.

Instituto meteorologico nacional.

1312 Boletin trimestral. Nr. 1—4, 1888.

Sociedad nacional de la agricultura

1313 ⁰Boletin de agricultura. Año 1, Nr. 2, 1906—4, Nr. 24, 1910.

San Salvador (San Salvador).

Observatorio astronomico y meteorologico.

1354 Annuario. 1893. 1895.

1355 Anales. 1895.

1356 Observaciones meteorologicas. Oct-Dic. 1892.

Santiago (Chile).

Société scientifique du Chili, fondée par un groupe de Français.

1319 ⁰Actes. T. 1, 1891—19, 1909.

Deutscher wissenschaftlicher Verein.

1322 Verhandlungen. Bd. I, 3, 1886—

Instituto central meteorologico y geofísico de Chile.

Nat. Ges. Fol. 13 Publicaciones. Nr. 1, 1911—

São Paulo (Brasilien).

Museum Paulista.

1333 Revista do Museu Paulista. 1, 1895—8, 1911.

1333 a Notas preliminares. Vol. 1, fasc. 1, 1907—

Sociedade scientifica de S. Paulo.

1334 Relatorio da directoria. 1903/04.

1334 a Revista da sociedade. Vol. I, 1, 1905—

Sarawak (Borneo).

Sarawak Museum.

1358 Sarawak Museum Journal. 1, 1911/13—

1358 a °Report. 9, 1910—

Sassari (Sardegna).

Redazione degli „Studi sassaresi".

1357 °Studi sassaresi. Sez. 2. Anno 1, 1901—7, 1909/10.

Seoul (Korea).

Korea Branch of the Royal Asiatic Society.

1359 °Transactions. Vol. 1, 1900—

Serajevo.

Bosnisch-herzegowinisches Landesmuseum.

Natw. Zs. 751 Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina. 1, 1893—

Sèvres.

Bureau international des poids et mesures.

Procès verbaux du Comité international des poids et mesures (im Bernoullianum aufgestellt).

Siena.

R. Accademia de' Fisiocritici.

1360 Rivista scientifica. Classe di scienze fisiche. Anno 1, 1869—3, 1871.

1361 Atti. Ser. 3, Vol. 4, 1885. °Ser. 4, Vol. 1, 1889—20, 1908. Ser. 5, Vol. 1, 1909—

1362 Processi verbali delle adunanze. Anno accad. 203, Nr. 1, 1894—206, 3, 1898.

Istituto botanico della R. Università di Siena.

1363 Bullettino del laboratorio ed orto botanico. 3, fasc. 3/4, 1900—8, 1/4, 1906.

Sion.

La Murithienne. Société valaisanne des sciences naturelles.

1365 Bulletin. (Bis 1897: Bulletin des travaux.) Fasc. 5/6, 1876—

Solothurn.

Naturforschende Gesellschaft.

1369 Verfassung der naturhist. Kantonal-Gesellschaft. 1824.

Jahresbericht 1 & 2, 1824/25. Bericht 3, 1825/27. 4, 1827/29.

°Bericht über die Tätigkeit. 1879/80—1897/99 (1891/93 = Bd. 9).

Mitteilungen. Heft 1 (= 13. Bericht), 1899/1902—

Schweizerische Gesellschaft für Urgeschichte.

1560 Jahresbericht. 7, 1915—

Springfield (Massachusetts; U. S. A.).

Museum of Natural History.

1372 °Report. 1901—

1372 a Bulletin. Nr. 1 & 2, 1904 & 1910.

1372 b Historical sketch. Museum of Natural History. 1859/1909.

Stavanger.

Stavanger Museum.

1375 Aarsberetning for 1890.
Aarshefte. 14, 1903—

Stettin.

Entomologischer Verein.

1381 Linnaea entomologica. Bd. 1, 1846—16, 1866.

Stockholm.

Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademie.

1387 Öfversigt af ... Förhandlingar. Årg. 1, 1844—59, 1902.

1388 Handlingar. Ny följd. Bd. 5, 2, 1864—

1389 °Bihang till Handlingar. Bd. 1, 1872/73—28, 1902/03.

1389 a Arkiv för matematik, astronomi och fysik. 1, 1903/04—

1389 b Arkiv för kemi, mineralogi och geologi. 1, 1903/04—

1389 c Arkiv för botanik. 1, 1903/04—

1389 d Arkiv för zoologi. 1, 1903/04—

1390 Lefnadsteckningar öfver Kongl. Sv. Vetensk.-Ak. Bd. 1, 1869/73—

1392 Meteorologiska iaktagelser i Sverige. Bd. 1, 1859—

1392 a Meridiangradmätning vid Sveriges västra kust af P. G. Rosén. 1911.

1393 Årsbok. 1903—

K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut.

1394 Meddelanden. 1, 1905/09—

1394 a Les prix Nobel. 1901—

Sveriges Geologiska Undersökning.

1395 Liste systématique des publications. 1862—90.
Systematisk förteckning öfver offentliggjorda arbeten. 1862—93. °I nummerföljd odrwad förteckning. 1902—1910.

1396 Sveriges geol. undersökning.
Ser. °Aa. Kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrifningar. Nr. 1, 1862—

Ser. A 1, a. Berggrundskartor i skalan 1 : 200 000 med beskr. Blad 1/2, 1904. 5, 1906.
Ser. Ab. Kartblad i skalan: 1 : 200 000 med beskr. 1, 1877—15, 1893.
Ser. Ac. [Kvartärgeologiska] kartor. [(Jordartskartor)] i skalan 1 : 100 000 med beskr. 1, 1902—8, 1904.
Ser. Ba. Specialkartor med beskr. 4, 1884—
Ser. Bb. Specialkartor med beskr. 1/2, 1881—9, 1892/93.
(Karten zu Aa, A 1, a und Ab in der Z. K. S.)
Ser. C. Afhandlingar och uppsatser. Nr. 29, 1878— (von 1907 an unter dem Titel: Årsbok).
Ser. Ca. Afhandlingar och uppsatser. 1, 1900—

Nat. Ges. Fol. 9 Undersökn. Ser. Bb, Nr. 9. Ser. Ca, Nr. 6 & 8.
1397 Bidrag till Norrbottens geologi, af F. V. Svenonius. 1880.

Entomologiska Förening.

1400 Entomologisk tidskrift. Årg. 16, 1895—

Statens Skogs-Försöksanstalt.

1401 Meddelanden. Häftet 2, 1905—
1401 a Flygblad. 1, 1914—

Hydrografiska Byrån.

1402 Meddelanden. 1, 1910—
1402 a Årsbok. 1, 1908/09—
1402 b Årsberättelse. 1908—
H E I 18 Förteckning över Sveriges vattenfall. 9. 28. 40. 1913/14.

Strassburg.

Société d'histoire naturelle de Strasbourg.

1403 Mémoires. T. 1, 1830—6, 1866/70.

Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaus und der Künste im Unter-Elsass (Société des sciences, agricultures et arts du Dép. du Bas-Rhin).

1405 Journal. T. 1, 1824—5, 1828.
1406 ⁰Monatsberichte. Bd. 33, 1899—

Meteorologischer Landesdienst in Elsass-Lothringen.

1408 Deutsches meteorologisches Jahrbuch. 1891—

Geologische Landesanstalt von Elsass-Lothringen.

Ntw. Zs. 546 Mitteilungen. Bd. 1, 1888—

Stuttgart.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.

1412 Jahreshefte. Jahrg. 1, 1845—
Nat. Ges. Fol. 7 Festschrift zur Feier des 400jährigen Jubiläums der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen. 1877 (zu

Jahrg. 33 der Jahreshefte). Tafeln zu Jahrg. 8 u. 10 der Jahreshefte.

Sydney.

Royal Society of New South Wales.

1413 Journal and Proceedings. 36, 1902.

Australasian Association for the Advancement of Science.

1414 °Report of the meeting. Vol. 1, 1888—

Linnean Society of New South Wales.

1415 Proceedings. 23, 1898—33, 1908/09.

Geological Survey of New South Wales.

1415 a Records. Vol. 9, Pt. 1, 1909

Australian Museum.

1416 °Records. Vol. 1, 1890/91—

1417 Report of the trustees. 1901—1910/11.

1417 a Memoir IV, Pt. 8. The anatomy of Megalotractus by H. L. Kesteven. 1904.

Royal Zoological Society of New South Wales.

1414 a The Australian Zoologist. Vol. 1, 1915—

Tacubaya (Mexico).

Observatorio astronómico nacional.

1418 °Anuario. Año 11, 1891—

1419 °Bolet n. °T. 1, Nr. 5, 1889—25, 1896. T. 2, Nr. 1—7, 1897—1901. Nr. 1, 1912—

1421 Informes presentados a la secretaria del fomento por el director del observatorio. 1899—1903.

1421 a Observaciones meteorológicas. 1896. 1897. 1904.

Thorn.

Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst.

1424 Jahresbericht. 33/35, 1886/89—43, 1896/97.

1425 °Mitteilungen. Heft 1, 1878—

1425 a Katalog der Bibliothek. 1903.

1425 b Geschichte des Coppernicus-Vereins. 1904.

Tokyo.

The Tokyo Zoological Society.

1427 Annotationes zoologicae Japonenses. Vol. IV, 3, 1902—

The Tokyo Botanical Society.

1428 The Botanical Magazine. Contents of Vol. 9—17, 1895/1903. Vol. 18, Nr. 208, 1904—

Topeka (Kansas; U. S. A.).

Kansas Academy of Science.

1431 °Transactions. Vol. 8, 1881/82—

Torino.

R. Accademia d'agricoltura di Torino.

1435 Annali. Vol. 44, 1901—

Musei di zoologia ed anatomia comparata della R. Un.

1436 ⁰Bollettino. Vol. 1, 1886—

Toronto (Canada).

Canadian Institute.

1437 a Proceedings. New Ser., Vol. 1 & 2, 1897/1904.

1437 b ⁰Transactions. 1, 1889/90—

1437 c General index to publications. 1852—1912.

Toulouse.

Société d'histoire naturelle.

1442 ⁰Bulletin. Année 15, 1881—

Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.

1443 Bulletins et mémoires. T. 3, 1899/1900.

1443 a Mémoires. 10me Sér., Tome 1, 1901—9, 1909.

Trencsén (Ungarn).

Trencsénvármegyei természettudományi egylet. (Naturwissenschaftl. Verein des Trencsiner Comitates.)

1444 Évkönyve (Jahresheft). Jahrg. 23/24, 1900/01—31/33, 1908/10.

Trencsénvármegyei muzeum-egyesület (Museumsverein für das Comitat Trencsén).

1444 a Ertesitöje (Bericht). 1914—

Trenton (New Jersey; U. S. A.).

New Jersey Natural History Society (früher: Trenton Nat. Hist. Society).

1447 Journal. Vol. I, 3, 1888. II, 2, 1891.

Trieste.

Museo civico di storia naturale.

1452 Atti. Vol. 7, 1884—10, 1903.

Associazione medica triestina.

1453 Bollettino. Ann. 5, 1901/02—

I. R. Osservatorio marittimo.

1454 Rapporto annuale. Vol. 1, 1884—

Società adriatica di scienze naturali.

1456 Bollettino. Vol. 1, 1875—15, 1893.

Tromsö.

Tromsö Museum.

1457 Aarshefter. 1, 1878—

1457 a Aarsberetning. 1873—

Trondhjem.

Kon. Norske Videnskabers Selskab.

1426 Skrifter. 1899—

1426 b Carl von Linné's forbindelse med Norge, af Ove Dahl. 1907.

1426 c Fortegnelse over Selskapets skrifter, 1760—1910. — 1912.

Tufts College (Mass.; U. S. A.).

Natw. Zs. 376 Tufts College Studies. Vol. 1, 1894/1904—

Ulm.

Verein für Mathematik und Naturwissenschaft.

1458 Jahreshefte. Jahrgang (= Heft) 9, 1899—

Upsala.

Geological Institution of the University of Upsala.

1459 Bulletin. Vol. 1, 1892/93—

Urbana (Illinois; U. S. A.).

Illinois State Laboratory of Natural History.

1460 [0] Bulletin. Vol. IV, 6 & 7, 1895—

Utrecht.

Kon. nederlandsch meteorologisch Instituut.

1461 Meteorologisch jaarboek. Jahrg. 51, 1899—

1461 a Lijst van uitgaven. Nr. 93, 1850—1904. 93a, 1850—1912.

1461 b [0] Mededeelingen en verhandelingen. Nr. 102, 1, 1905—

1461 c Ergebnisse aerologischer Beobachtungen. Nr. 106, 1, 1909/12—

1461 d Seismische Registrierungen in De Bilt. 1, 1915—

Venezia.

R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti.

1580 [0] Atti. T. 63, 2, 1904/05—

Warschau.

Redaktion des „Światowit“.

1467 Światowit. T. 1, 1899—

Washington.

Bureau of Ethnology.

1462 Annual report. 1, 1879/80—28, 1906/07.

Hy IV 19 [0] Bulletin. F = 6, 1888—

1463 Contributions to North American ethnology. 6. 7. 9. 1890/93.

Census Office.

1465 Compendium of the 10th census. Pt. 1 & 2, 1880.

Comptroller of the Currency.

1466 Annual report. 1885.

Smithsonian Institution.

1468 Smithsonian Contributions to knowledge. Vol. 1, 1848—35, 1907.

1469 [0]Smithsonian miscellaneous Collections. Vol. 1, 1862—

1469 a Opinions rendered by the International Commission on zoological nomenclature. 1/25, 1910—

1470 Annual report of the board of regents. 4, 1849— (seit 1884 in zwei Teilen, wovon der zweite: Report of the U. S. National Museum).

1470 a Publications of the Smithsonian Institution. 1901.

1471 Proceedings of the U. S. National Museum. Vol. 10, 1887—

1472 Bulletin of the U. S. National Museum. No. 39, 1891—

1472 a Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. 9, 1905—

1473 Annals of the Astrophysical observatory of the Smithsonian Institution. Vol. 1, 1900—

1474 Results of meteorological observations. Vol. I, 1861—II, 1, 1864.

1475 An account of the Smithsonian Institution. 1895.

1475 a The Smithsonian Institution 1846—1896. The history of its first half century. By G. B. Goode. 1897.

U. S. Coast Survey.

1476 Report of the superintendent. 1853—1868.

Carnegie Institution of Washington.

1477 a Memoirs of the Carnegie Museum. Vol. IV, No. 1, 1906.

U. S. Geological Survey.

1478 Bulletin. No. 1, 1884—

1479 Nat. Ges. Fol. 3 Monographs. Vol. 1, 1890—

1480 Annual Report. 2, 1880/81—

1481 [0]Mineral resources of the U. S. 1882—

1482 Professional papers. No. 1, 1902—

1483 [0]Water-supply and irrigation papers. No. 65, 1902—

U. S. Departement of Agriculture.

Division of Ornithology and Mammalogy.

1485 [0]North American fauna. No. 1, 1889—22, 1902.

Division of Chemistry.

1485 a Bulletin No. 50, 1898.

Division of Biological Survey.

1485 b Bulletin. 9, 1898—14, 1900.

1486 [0]Report of the Commissioner (seit 1889: Secretary) of agriculture. 1864—1900.

Natw. Zs. 889 Yearbook of the U. S. Department of agriculture. 1894—1910.

1487 Report of the Entomological commission. 3, 1883.

Department of Commerce and Labor. Bureau of Manufactures.

1488 Monthly consular and trade reports. No. 305—307. 1906.

Wasselnheim.

Naturwissenschaftlicher Verein von Elsass-Lothringen.

1490 Jahresbericht. 1885.

Weimar.

Thüringischer botanischer Verein.

1492 Mitteilungen der geographischen Gesellschaft zu Jena, zugleich Organ des botanischen Vereins für Gesamtthüringen. Bd. 4, 1885—9, 1891.

Mitteilungen. N. F. Heft 1, 1891—

Wernigerode.

Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.

1496 Schriften. Bd. 1, 1886—11, 1896.

Wien.

K. K. Akademie der Wissenschaften.

1500 Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe. Bd. 1, 1848—

1501 [0]Almanach. Jahrgang 2, 1852—44, 1894.

1502 Mitteilungen der Erdbebencommission der K. K. Akademie der Wissenschaften. N. F. No. 1, 1901—

Oesterreichischer Alpenverein.

1505 Jahrbuch. Bd. 1, 1865—5, 1869.

1506 Mitteilungen. Bd. 1, 1863—2, 1864.

1507 Verhandlungen. Heft 1, 1864.

K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (bis 1904: für Meteorologie und Erdmagnetismus).

1510 Jahrbücher. Bd. 1, 1848/49—8, 1861. N. F. 1, 1864—

1510 a Allgemeiner Bericht und Chronik der .... in Oestreich beobachteten Erdbeben. No. 1, 1906—

K. K. Geographische Gesellschaft.

1512 Mitteilungen. Jahrgang 1, 1857—35, 1892.

Zoologisch-botanische Gesellschaft.

1514 Verhandlungen. Bd. 1, 1852—

K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.

1516 Annalen. Bd. 1, 1886—

K. K. Geologische Reichsanstalt.

1519 ⁰Jahrbuch. 1, 1850—

1520 Verhandlungen. Jahrgang 1867—

1521 ⁰Abhandlungen. Bd. 1, 1852—

Wiener entomologischer Verein.

1522 Jahresbericht. 1 & 2, 1891/92.

Verein der Geographen an der Universität.

1524 Bericht. Jahr 15, 1888/89.

Naturwissenschaftlicher Verein an der Universität.

1526 Mitteilungen. 1882/83. 1893/94.

Naturwissenschaftlicher Verein an der technischen Hochschule.

1527 Bericht. 1, 1877. 4, 1879. 5, 1882.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

1528 ⁰Schriften. Bd. 1, 1860/61—

Wiesbaden.

Nassauischer Verein für Naturkunde.

1534 Jahrbücher. Heft 3, 1846—

Winterthur.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft.

1537 Mitteilungen. Heft 1, 1897/98—

Würzburg.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft.

1540 Verhandlungen. Bd. 1, 1850—10, 1860. N. F. Bd. 1, 1869—

1541 Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift. Bd. 1, 1860—6, 1866/67.

1542 Sitzungsberichte. 1880—

York.

Yorkshire Philosophical Society.

1546 ⁰Annual report of the council. 1825—

1547 Proceedings. Vol. 1, 1855.

Zürich.

Naturforschende Gesellschaft.

1548 Abhandlungen. Bd. 1, 1761—3, 1766.

1549 Bericht über die Verhandlungen. 1825/26—1836/37.

1550 Mitteilungen. Bd. 1, 1849—4, 1856.

1551 Vierteljahrsschrift. Jahrgang 1, 1856—

1552 Generalregister der Publikationen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich und Übersicht ihres Tauschverkehrs. 1892.

Geographisch-ethnographische Gesellschaft.

1553 Jahresbericht. 1903/04—

Physikalische Gesellschaft.

1555 °Jahresbericht. 4, 1891—11, 1900.

1556 Mitteilungen. Nr. 1, 1901—

Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidg. polytechn. Schule.

1557 Festschrift zur Feier des 25-jährigen Bestehens. 1894.

Zwickau.

Verein für Naturkunde.

1563 °Jahresbericht. (1), 1871—

Bericht

über das

hundertjährige Jubiläum der Gesellschaft.

Am 23. Juni 1917 beging die Basler Naturforschende Gesellschaft ihr hundertjähriges Jubiläum. In Anbetracht der ernsten, nicht zu vielen Festlichkeiten angetanen Zeit, die wir durchleben, hatte man beschlossen, mit demselben die Einweihung des neuen Museums für Völkerkunde zu verbinden.

Der offizielle Festakt wurde um halb 10 Uhr öffentlich in der Martinskirche, deren Chor einen einfachen Pflanzenschmuck erhalten hatte, abgehalten. Als Ehrengäste waren erschienen Vertreter der hohen Regierung, des Grossen Rates, des Bürgerrates, der Universität und ihrer Curatel, der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, der Kantonalgesellschaften von Aargau, Baselland, Bern, Freiburg, Genf, Graubünden, Luzern, Neuenburg, Schaffhausen, Solothurn, Thurgau, Uri, Waadt, Zürich, der Société jurassienne d'émulation, der schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte, sodann des freiwilligen Museumsvereins, der akademischen, gemeinnützigen, medizinischen, historisch-antiquarischen Gesellschaft, der Sektion Basel des schweizerischen Alpenklubs, der Gesellschaft für Volkskunde, der Bibliothekskommission, der Kommission zum Historischen Museum, der Kunstkommission, der Allgemeinen Museumskommission, des Initiativkomitees für die Museumsbauten; ferner einige Ehrenmitglieder und korrespondierende Mitglieder der Gesellschaft, einige Donatoren und Freunde der Sammlung für Völkerkunde und die Architekten des neuen Museums.

Zunächst ergriff der Präsident der Gesellschaft, der auch der Kommission zum Museum für Völkerkunde vorsteht, Dr. Fritz Sarasin, das Wort, um in kurzen Zügen die Entwicklung der erstern zu schildern und dann auf die Entstehung, das Wachstum und die Bedeutung der letztern, sowie die Baugeschichte ihrer neuen Behausung einzugehen.

Sodann gab der Sekretär, Dr. H. G. Stehlin, die Namen der Forscher bekannt, welche die Gesellschaft bei ihrer Jubelfeier zu Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern zu ernennen beschlossen hatte. In Rücksicht auf die politische Situation waren ausschliesslich Schweizer gewählt worden.

Zu Ehrenmitgliedern wurden ernannt:

Die HH. Dr. Casimir de Candolle in Genf
Felix Cornu in Vevey
Prof. Eduard Fischer in Bern
Prof. Auguste Forel in Yvorne
Prof. C. F. Geiser in Zürich
Prof. Ph. A. Guye in Genf
Prof. A. Heim in Zürich
Edouard Naville in Genf
Prof. F. Rudio in Zürich
Prof. Carl Schröter in Zürich
Prof. Alfred Werner in Zürich

Zu korrespondierenden Mitgliedern:

Die HH. Prof. H. Bachmann in Luzern
Dr. Rudolf Bernoulli in Köln
Dr. Richard Biedermann in Eutin
Pfarrer W. Bührer in Wintersingen
Dr. Carl Burckhardt in Mexiko
Prof. Leopold Courvoisier in Berlin
Dr. H. Fischer-Sigwart in Zofingen
Prof. Otto Fuhrmann in Neuenburg
Dr. Leopold Greppin in Solothurn
Dr. Rudolf Hagenbach in Frankfurt
Dr. Franz Leuthardt in Liestal
Prof. Eugène Pittard in Genf
Pfarrer Samuel Preiswerk in Boll
Dr. Ludwig Reidhaar in Yokohama
Prof. Martin Rickli in Zürich
Bergrat Ferdinand Schalch in Freiburg i/Br.
Prof. Otto Schlaginhaufen in Zürich
Sir Alfred Theiler in Pretoria
Prof. Alfred Ursprung in Freiburg i/Ue.
Hanns Vischer d. Z. in Madrid

Es war ferner die Ernennung von Herrn Dr. Eduard Sarasin in Genf zum Ehrenmitgliede vorgesehen gewesen. Eine schmerzliche Fügung wollte es, dass der Tag, an welchem die Basler

Naturforscher, im Kreise von Kollegen aus allen Teilen des Landes, das hundertjährige Jubiläum ihrer Kantonalgesellschaft feierten, zugleich der Begräbnistag des hochverehrten früheren Zentralpräsidenten der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft sein sollte.

Hierauf sprachen im Namen der hohen Regierung Erziehungsdirektor Dr. F. Mangold, im Namen der Universität Rektor magnificus Prof. E. Hedinger, im Namen der Gemeinnützigen Gesellschaft, der akademischen Gesellschaft und des freiwilligen Museumsvereins Prof. J. Wackernagel, im Namen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und der sämtlichen Kantonalgesellschaften Zentralpräsident Prof. Ed. Fischer von Bern.

Musikvorträge des akademischen Orchesters eröffneten und schlossen die würdige Feier. Als Erinnerung an dieselbe bringen wir im Folgenden die fünf Ansprachen zum Abdruck. —

Nach dem Festakte begab man sich in das neue Museum für Völkerkunde. Die Berechtigung zu diesem Rundgang war, um Ueberfüllung der Räume zu vermeiden, auf die Mitglieder der Gesellschaft und die offiziellen Gäste beschränkt worden. Zum ersten Male konnte der Reichtum unserer wertvollen ethnographischen Sammlungen in seinem ganzen Umfange bewundert werden.

Um 1¼ Uhr schloss sich ein stark besuchtes und sehr belebtes Bankett im Musiksaal an. Am Podium waren die künstlerisch ausgeführten Adressen zur Schau gestellt, mit welchen uns die Schwestergesellschaften in Bern und Zürich erfreut hatten. Auch von der juristischen Fakultät, von der schweizerischen zoologischen Gesellschaft, von der historisch-antiquarischen Gesellschaft waren schriftliche Glückwünsche eingegangen. Demjenigen der letzteren war als Festgeschenk ein Exemplar des von ihr herausgegebenen Prachtwerkes von Dr. Walter Merz über die Burgen des Sissgaues beigegeben. Es liefen auch Gratulationen verschiedener auswärtiger Mitglieder, u. a. der Herren Prof. Vöchting in Tübingen, Dr. Choffat in Lissabon und Dr. Forsyth Major in Bastia ein.

Der Präsident toastierte auf das Vaterland, Dr. Paul Speiser-Thurneysen überbrachte die Glückwünsche des Grossen Rates, Herr Felix Cornu diejenigen der Waadtländischen Naturforschenden Gesellschaft, Prof. Emil Wieland die der medizinischen Gesellschaft, Dr. E. Zeller die des ethnographischen Museums in Bern und Dr. D. Viollier die des schweizerischen Landesmuseums und der schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte. Prof. C. Schröter von Zürich und Prof. E. Pittard von Genf liessen die Basler Forscher hochleben, Dr. H. G. Stehlin die Senioren der Gesellschaft, von denen Dr. H. Christ derselben genau vor sechzig Jahren beige-

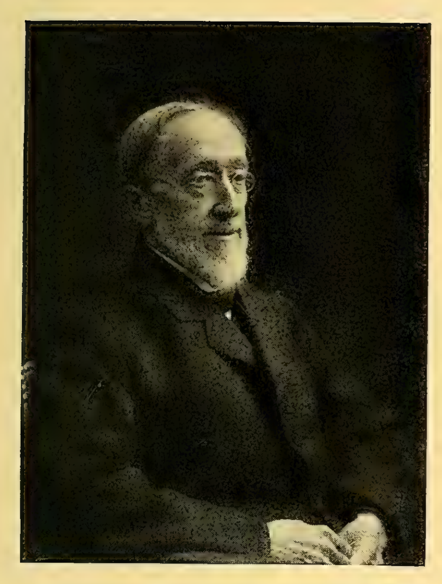
treten ist. Prof. Leopold Rütimeyer gedachte der Verdienste, welche sich Dr. Fritz Sarasin um das Zustandekommen des neuen Museums für Völkerkunde, und Dr. Felix Speiser derjenigen, welche sich Dr. Jean Roux um die Einrichtung desselben erworben hat. Der Vizepräsident, Prof. August Hagenbach, brachte sein Hoch den anwesenden Gästen und Prof. H. Strasser in Bern dankte im Namen derselben.

Den Schluss des Festes bildete ein Spaziergang im Zoologischen Garten.

Als Jubiläumsgabe sollte den Mitgliedern der vorliegende Band überreicht werden. Schwierigkeiten, die in den Zeitumständen ihren Grund hatten, gestatteten nur den zweiten Teil desselben rechtzeitig fertigzustellen. Die Verzögerung des ersten hat uns ermöglicht, ihm noch diesen Festbericht einzuverleiben.

Aber noch ein anderes bleibendes Denkmal hat das Jubiläum hinterlassen. Im vergangenen Mai war ein Aufruf an die Mitglieder und Freunde der Naturforschenden Gesellschaft ergangen, ihr durch Aeuffnung eines Fonds die Erfüllung ihrer Aufgabe als Mehrerin der naturwissenschaftlichen Bibliothek und als Herausgeberin der „Verhandlungen" zu erleichtern. Die Hoffnung, dass dieser Appell trotz den schweren Zeiten Anklang finde, ist nicht zu Schanden geworden. In der Martinskirche konnte der Präsident eröffnen, dass 52 000 Fr. gezeichnet worden seien, am Bankett konnte er mitteilen, dass die Summe inzwischen auf 57 000 Fr. angewachsen sei. Nachher sind noch weitere 1640 Fr. hinzugekommen. Von der Summe von 58 640 Fr. sind 33 690 Fr. durch Einzelpersonen, worunter auch viele, die nicht der Gesellschaft angehören, 24 950 Fr. durch unpersönliche Donatoren gespendet worden (s. die Donatorenliste am Schluss dieses Berichtes). Schliesslich hat ein Legat aus einem verehrlichen Trauerhause den Fonds auf 60 640 Fr. aufgerundet.

So beginnt also das zweite Säculum unserer Gesellschaft, wenn gleich mitten im Krieg, unter günstigen Auspizien.



HERMANN CHRIST
GEB. 1833



JULIUS KOLLMANN
GEB. 1834



FRIEDRICH GOPPELSROEDER
GEB. 1837



SIMON SCHWENDENER
GEB. 1829

Die Senioren der Gesellschaft im Jubiläumsjahre 1917.

Ansprachen beim offiziellen Festakt in der Martinskirche.

Ansprache von Herrn Dr. Fritz Sarasin,

Präsidenten der Naturforschenden Gesellschaft und der Kommission zur Sammlung für Völkerkunde.

Hochansehnliche Festversammlung!

Dem Naturforscher, der mit ungemessenen Zeiträumen zu rechnen und zu arbeiten gewohnt ist, pflegt ein Jahrhundert bloss als eine kurze Spanne zu erscheinen, als eine Sekunde gleichsam in der Geschichte des Weltalls. Ganz anders aber wird der Masstab, wenn es sich um Institutionen des Menschen handelt. Einer solchen verleiht das Alter von 100 Jahren bereits etwas ausnahmsweise Ehrwürdiges, das sich siegreich durch Schwierigkeiten aller Art hindurch zu retten vermocht und von nicht gewöhnlicher Lebenskraft Zeugnis abgelegt hat.

Es ist daher sicherlich wohl berechtigt, den 100jährigen Geburtstag unserer Naturforschenden Gesellschaft in Basel festlich zu begehen und diesen Anlass zu benützen zu Rückblicken über den zurückgelegten Weg und zu ernster Prüfung, ob das im vergangenen Jahrhundert Erreichte auch dem Erstrebten entspreche. In aller Bescheidenheit soll dies geschehen und dankbaren Gemütes dafür, dass uns hier eine Erinnerungsfeier friedlicher Arbeit zu begehen vergönnt ist, während rings um die Grenzen unseres Vaterlandes der dröhnende Schritt weltgeschichtlicher Ereignisse ernst und schrecklich genug sich vernehmen lässt.

Der Anstoss zur Gründung unserer Gesellschaft ist von aussen gekommen. Am 6. Oktober 1815 hatte sich in Genf, das von Fremdherrschaft befreit, sich eben als Kanton der Eidgenossenschaft angegliedert hatte, die von patriotischem und poetischem Geist getragene Stiftung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft vollzogen, welche ein Band bilden sollte, um die helvetischen Freunde der Naturwissenschaft zu gemeinsamer Arbeit zu vereinigen. Basel ist bei diesem Stiftungsakte nicht vertreten gewesen, aber unter dem Eindruck des Geschehenen tauchte auch hier der Gedanke auf, die Naturforscher zu einer Gesellschaft zu verbinden. Es war Daniel Huber, Professor der Mathematik, der am 19. Dezember 1816 seine gelehrten Freunde zu einer Besprechung in diesem Sinne einlud, als deren Folge am 8. Januar 1817 die

Naturforschende Gesellschaft in Basel, aus 22 Mitgliedern bestehend, ins Leben trat.

Es wäre unbillig, zu verschweigen, dass in Basel schon eine ältere Naturforschende Gesellschaft von 1751 bis 1787 bestanden hatte, die „Societas Physico-Mathematico-Anatomico-Botanico-Medico Helvetica“. In gewissem Sinne kam sogar dieser ältern Sozietät eine höhere Bedeutung zu als der jüngeren, insofern sie als ein Mittelpunkt gedacht war für die schweizerischen Naturforscher überhaupt, freilich nicht im Sinne der heutigen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft mit regelmässigen Vereinigungen, sondern als ein Kollegium gelehrter Männer zur Herausgabe wissenschaftlicher Arbeiten, unter Leitung der medizinischen Fakultät der Basler Hochschule. Sie brachte es bis zum Erscheinen von 9 Bänden mit teilweise höchst wertvollen Abhandlungen und erstarb dann zugleich mit dem Niedergang der Universität.

Nicht so die Gründung Daniel Hubers, die auf viel liberaleren Grundsätzen aufgebaut war und allen Freunden der Naturwissenschaft, ob Gelehrter oder Laie, gleicherweise ihre Pforten öffnete. Die Gesellschaft setzte sich zum Zweck, so heisst es im ersten Paragraphen ihrer Statuten, „erstlich die Erweiterung und Ausbreitung menschlicher Kenntnisse in sämtlichen Zweigen der Naturwissenschaften, mit besonderer Hinsicht auf die Naturgeschichte des Vaterlands und der Umgegend; sodann die Anwendung dieser Kenntnisse auf das praktische Leben überhaupt sowohl, als auch ganz besonders auf den Nutzen des Vaterlandes.“

Die Stiftung unserer Gesellschaft fiel zeitlich zusammen mit der Reorganisation der Basler Universität 1818, einer für die damals kaum 17,000 Einwohner zählende Kleinstadt höchst ehrenvollen Tat. Die Naturgeschichte wurde Christoph Bernoulli übertragen und für den Lehrstuhl der Physik und Chemie Peter Merian gewonnen, der dann 1828 diese Fächer an den von ihm hergerufenen Christian Friedrich Schönbein übertrug, um sich ganz der Geologie und Petrefaktenkunde zuzuwenden. Damit sind die Namen der beiden Männer genannt, die auf lange Jahrzehnte hinaus unserer Gesellschaft ihren geistigen Stempel aufdrücken sollten.

Die Zahl der Gesellschaftsmitglieder wuchs anfänglich langsam; in den dreissiger Jahren waren es ihrer 45, 1867 im Jubiläumsjahr des 50jährigen Bestehens 120. Von diesen 120 ragen heute nur noch drei als ehrwürdige Säulen in die 100jährige Gedenkfeier hinein, Dr. Hermann Christ und Prof. Friedrich Goppelsroeder in Basel und Prof. Simon Schwendener in Berlin. 1892, am 75. Jubiläum zählte die Gesellschaft gegen 200

Mitglieder, heute am 100jährigen das doppelte, sicher ein beredtes Zeugnis für ihre ungeschwächte Lebenskraft.

Es ist selbstverständlich, dass die Zunahme der Mitgliederzahl im Laufe des Jahrhunderts auf das Wesen der Gesellschaft selbst einen umgestaltenden Einfluss hat ausüben müssen. Aus der ursprünglichen, geselligen Vereinigung eines engeren Bekanntenkreises, der sich zwanglos über naturwissenschaftliche Gegenstände und Tagesfragen unterhielt, hat sich mehr und mehr der Charakter einer Akademie, freilich ohne jedes äussere Beiwerk einer solchen, herausgebildet, in der streng wissenschaftliche Vorträge aus allen Gebieten der Naturgeschichte und zwar fast ausschliesslich die Ergebnisse eigener Forscherarbeit behandelnd, gehalten werden. Und darin liegt eben die wesentliche Bedeutung von Gesellschaften, wie die unsere, dass der Forscher, dessen eigenes Arbeitsgebiet infolge der heutzutage immer weitergehenden Spezialisierung mehr und mehr nur noch einen kleinen Ausschnitt des ungeheuren Reiches der Naturwissenschaft zu umfassen vermag, Kenntnis erhält von den auf Nachbargebieten erzielten Ergebnissen und Einsicht in die Fragen, welche dort im Vordergrund des Interesses stehen, woraus mannigfache Befruchtung des eigenen Denkens nicht ausbleiben kann.

Dieser Werdegang spiegelt sich auch in den Veröffentlichungen unserer Gesellschaft wieder. In der ersten Zeit wurde gar nichts publiziert, dann bildeten für eine Reihe von Jahren kurze Mitteilungen über die Tätigkeit der Gesellschaft in den Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft das einzige, was der Oeffentlichkeit übergeben wurde. In den 18 Jahren von 1835—1852 folgten dann 10 selbständig erschienene Hefte mit Verhandlungsberichten, und erst 1854 wurde unsere heute noch bestehende Zeitschrift, die „Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel" gegründet, deren 28 Band die Festgabe zum heutigen Jubiläum bildet.

Es enthalten diese 28 Bände nicht weniger als 700 wissenschaftliche Mitteilungen, darunter viele von bahnbrechender Art. Indessen kann es meine Aufgabe nicht sein, Ihnen heute die Verdienste von Mitgliedern unserer Gesellschaft um die Förderung der verschiedenen Zweige der Naturwissenschaft im Laufe eines Jahrhunderts zu schildern. Hiefür würde weder Zeit, noch Kraft ausreichen. Ich möchte vielmehr blos *eine* Seite der Wirksamkeit unserer Gesellschaft näher beleuchten, wozu die heutige Verbindung unserer Feier mit der Eröffnung des Museums für Völkerkunde geradezu hindrängt, nämlich ihre Verdienste um die öffentlichen Institute unserer Vaterstadt. Ich möchte zu zeigen ver-

suchen, was Basel seiner Naturforschenden Gesellschaft zu verdanken hat, ganz abgesehen von dem Glanze, den die wissenschaftlichen Arbeiten hervorragender Mitglieder ihm verliehen haben.

In erster Linie mag hier ihrer Verdienste um die Öffentliche Bibliothek gedacht sein. Die Verwendung von Gesellschaftsmitteln auf Ankauf naturwissenschaftlicher Bücher geht schon auf den Beginn der 20er Jahre zurück, und unter Peter Merian's Jahrzehnte langer, uneigennütziger Pflege nahm diese Büchersammlung mehr und mehr ansehnliche Dimensionen an. Vor allem aber hat der ausgedehnte Tauschverkehr mit anderen Gesellschaften, dem wir gegenwärtig nahe an 500 Zeitschriften verdanken, viel dazu beigetragen, dass heute unsere naturhistorische Bibliothek den stets sich steigernden Bedürfnissen, wenn auch nicht völlig, so doch immerhin in anständiger Weise zu genügen vermag. Von der öffentlichen Bibliothek verwaltet, stehen die der Gesellschaft gehörigen Bücher der Allgemeinheit zur Benützung frei.

Es ist für uns alle eine ganz besondere Freude, dass durch die stattliche Jubiläumsgabe von Fr. 52,000, die unserer Gesellschaft von Mitgliedern, Freunden und industriellen Unternehmungen als Geburtstagsgeschenk überreicht worden ist, wir in den Stand gesetzt sein werden, in Zukunft unsere Verhandlungen auf eine höhere Stufe als bisher zu heben. Daraus wird sich ein stark vermehrter Tauschverkehr ergeben, der unserer Öffentlichen Bibliothek zu grösstem Nutzen gereichen wird.

Wenn bei Anlage einer naturhistorischen Bibliothek die Gesellschaft vorwiegend ihre eigenen, wissenschaftlichen Interessen im Auge hatte, ging von ihr anderseits schon früh, 1839 bis 40, der gemeinnützige Versuch aus, durch öffentliche Vorträge mit freiem Eintritt für jedermann naturgeschichtliche Kenntnisse in den weitesten Kreisen zu verbreiten. So ist sie die Anstifterin geworden zu den populären Vorträgen, deren Quelle in unserer Stadt fast unerschöpflich fliesst.

Was uns aber heute in erster Linie interessieren muss, ist das Verhältnis unserer Gesellschaft zu den öffentlichen Sammlungen unserer Vaterstadt, und hier sind ihre Verdienste wahrlich nicht gering. Schon die Gründung des Naturhistorischen Museums ging aus ihrem Schosse hervor. Daniel Huber, Christoph Bernoulli und Peter Merian sind es gewesen, welche die Regenz veranlassten, im Jahre 1821 den Behörden den Antrag zu stellen, ein naturhistorisches Museum ins Leben zu rufen. Bereitwillig stellte hiefür der Kleine Rat den Falkensteiner Hof zur Verfügung, welcher ausser den damals noch bescheidenen, naturhistorischen Kollektionen das physikalische Kabinet, das chemische Labora-

torium, die naturhistorische Bibliothek und einen Hörsaal für den Unterricht aufnehmen sollte. Mit dieser neuen Anstalt stand nun unsere Gesellschaft in engster Verbindung, sie war gewissermassen ihre berufene Schutzpatronin. Im Falkensteiner Hof hielt sie ihre Versammlungen ab; ihre Mittel beschloss sie, neben Büchern, auch auf den Ankauf von Naturalien und Apparaten zu verwenden und von Zeit zu Zeit Berichte über den Zustand des Museums und die eingegangenen Geschenke erscheinen zu lassen. Zum ersten Male geschah dies 1835 und wird noch heute in gleicher Weise geübt, indem alljährlich in unseren Verhandlungen der Bericht des Naturhistorischen Museums veröffentlicht wird. Die Statuten von 1830 nennen ausdrücklich unter den Aufgaben der Gesellschaft „Vervollkommnung der öffentlichen naturwissenschaftlichen Sammlungen" und stellen als Belohnung für ansehnliche Geschenke die Ehrenmitgliedschaft in Aussicht; ja in den vierziger und fünfziger Jahren hat die Gesellschaft sogar mehrfach Reisende mit Geld versehen, um für das Museum Sammlungen anzulegen.

Weit wichtiger aber als dies war, was einzelne Mitglieder unserer Gesellschaft von den ersten Zeiten an bis heute an freiwilliger Arbeit und Munificenz für die Entwicklung der Sammlungen und meist in aller Stille geleistet haben. Vor allem Peter Merian's unermüdlichem Wirken ist es zu danken, dass der Falkensteinerhof bald zu enge wurde, und selbstverständlich erscheint es, dass, als im Jahre 1841 ein Initiativkomitee von Bürgern zusammentrat, um durch Sammlung freiwilliger Beiträge den Behörden die Errichtung eines neuen Museumsgebäudes zu erleichtern, Peter Merian darin nicht gefehlt hat.

Dieses neue Museum, das wir heute bereits als das alte betrachten, etwa zu einem Vierteil aus freiwilligen Beiträgen durch Melchior Berri erbaut und 1849 eingeweiht, umfasste zu Beginn nicht nur die heute noch darin befindlichen Kunst- und naturhistorischen Sammlungen, sondern auch das antiquarische Kabinet, die Sammlung der Gipsabgüsse, die ganze Bibliothek, sowie Hörsäle und Laboratorien für Physik und Chemie.

Schon ein Jahr vor der Einweihung hielt die naturforschende Gesellschaft ihre erste Sitzung im neuen Gebäude ab, damit ihre Zugehörigkeit zu dieser Schöpfung bekundend, der sie auch weiterhin ihre liebevolle Pflege angedeihen liess, darf doch auch die Gründung des Museumsvereins, dessen Plan am Essen der Einweihungsfeier Prof. Schönbein in geistvoller Rede entwickelte, mit zu ihren Verdiensten gerechnet werden.

Unaufhaltsam entwickelte sich in der Folge das Museum weiter, und fast unheimlich rasch füllten sich mit Sammlungen die

Lücken aus, die der Auszug der Physik und Chemie ins Bernoullianum 1874 und der der Bibliothek 1896 offen gelassen. Die letztgenannte Veränderung machte es möglich, die mit grösster Sachkenntnis und kleinsten Mitteln durch Ludwig Rütimeyer's Geist und beharrliche Arbeit geschaffene, vergleichend anatomische Sammlung für Osteologie und Palaeontologie der Wirbeltiere aus der Universität ins Museum überzuführen, wo sie durch einen Enkel Peter Merians, Herrn Dr. H. G. Stehlin, zu einer der allerbedeutendsten dieser Art weiter ausgebaut worden ist.

Mit dem Auszug der genannten Institute war die Möglichkeit erschöpft, im Museum selbst weitere Ausstellungsräume grösseren Umfangs zu gewinnen, und als nun und zwar gleichfalls unter Pflege und Leitung von Mitgliedern unserer Gesellschaft, eine neue Sammlung, die der Völkerkunde und Urgeschichte, einen gewaltigen Aufschwung nahm, konnten nur durch einen Neubau Mittel und Wege gefunden werden, ihr eine gedeihliche Entwicklung zu sichern.

Über die Zugehörigkeit der Völkerkunde zu den Natur- oder zu den Geisteswissenschaften sind Bände geschrieben worden, und die Frage ist je nach dem Studiengang und der Geschmacksrichtung des sie Behandelnden verschieden beantwortet worden. Zweifellos ist sie ein Grenzgebiet, das nicht nur mit rein naturwissenschaftlichen Fächern, wie physische Anthropologie und Geographie, sondern auch mit linguistischen und historischen die mannigfachsten Berührungspunkte hat. Allein es will mir scheinen, dass im Grunde alle Trennungen in Fächer und Disziplinen nur künstliche, durch praktische Rücksichten gegebene sind, bloss bedingt durch die Unfähigkeit des einzelnen Menschen, alle Zweige des Wissens zu beherrschen. Von höherer Warte gesehen, ist die Sprachwissenschaft, welche die Entwicklung der menschlichen Sprache verfolgt, sicherlich auch ein Zweig der Naturwissenschaft, da die Funktion eines Organismus behandelnd. Eine ununterbrochene Kette ferner führt vom Nestbau des Orang Utan und der Primitivhütte des Menschen bis zum griechischen Tempel und gotischen Dom, von der rohsten Felsenzeichnung des Wilden bis zu Leonardo da Vinci. Unmerklich leiten Urgeschichte und Völkerkunde von den schriftlosen Völkern über zu solchen, welche auf irgend eine Weise ihre Erlebnisse auf Stein, Thon oder pflanzlichen Stoffen zu fixieren vermochten und damit in die Geschichte eintraten, um so unmerklicher, als die moderne Völkerkunde und Prähistorie aus dem Wechsel aufeinanderfolgender Kulturen und dem Wandern von Vorstellungen, Haustieren und Geräten über die Erde ebenfalls uralte Zusammenhänge und geschichtliche Tatsachen zu ergründen suchen, somit auch ihrerseits Weltgeschichte treiben, aber über

weit ausgedehntere Areale und unvergleichlich viel gewaltigere Zeiträume hin als diejenigen Wissenschaften, die man als historische zu bezeichnen pflegt.

Wie überall anderwärts, ist auch bei uns die Völkerkunde das jüngste Glied der von Museen gepflegten Gebiete gewesen. Der Gedanke eines Völkerkunde-Museums scheint überhaupt kaum vor den dreissiger Jahren des letzten Jahrhunderts aufgetaucht zu sein. 1849 ist dann das erste Museum dieser Art und zwar in Kopenhagen gegründet worden. Aber noch lange nachher, ja noch heute, ist es der Völkerkunde nicht gelungen, alles Misstrauen, das von jeher Neuem von der zünftigen Wissenschaft entgegengebracht wird, gänzlich zu überwinden.

Der erste namhafte Schritt zur Gründung unserer Basler Sammlung geschah 1850 durch die Uebergabe der höchst bedeutenden, durch Lukas Vischer zusammengebrachten Serie mexikanischer Altertümer an das Museum. Diese sowohl, wie alles weitere, was in den folgenden Jahrzehnten einging, war der Antiquarischen Abteilung unterstellt, wo es als ein wegen Raumbegehrlichkeit nicht eben gern gesehenes Stiefkind neben den anerkannten Schwestern Griechenland und Rom angesehen wurde. Immerhin erhielt es 1889 ein kleines Taschengeld und einen eigenen Pfleger in der Person des Herrn Dr. Rud. Hotz; sonst begnügte es sich mit den Gaben, die Basler Reisende ihm etwa mitzubringen den Mut hatten.

Als dann im Jahre 1890 der Grosse Rat den Ausbau der Barfüsserkirche zu einem Historischen Museum beschloss, in welchem die Mittelalterliche und die Antiquarische Sammlung vereinigt werden, während die Ethnographischen Bestände im alten Hause zurückbleiben sollten, brachte dies die Mündigkeitserklärung unserer Abteilung mit sich. Sie wurde 1892 einer eigenen Kommission unter Prof. Julius Kollmann's Leitung unterstellt, die nun mit Eifer der Katalogisierung und Ordnung der Objekte, wenn auch unter denkbar ungünstigen Raumverhältnissen, sich unterzog. Mit Freude wurde es daher begrüsst, als nach dem Auszug der Bibliothek aus dem Museum unserer Sammlung der Parterre-Saal zur Linken des Eingangs überlassen wurde, wo sie sich, wenn auch zum Teil in beschaulichem Halbdunkel und ohne jede Aussicht auf Erweiterung doch einigermassen anständig präsentieren konnte. So durfte ich am 10. November 1899, als bei Anlass des 50jährigen Bestehens des Museums die von der Bibliothek verlassenen Ausstellungssäle eröffnet wurden, in der Aula den Behörden unseren aufrichtigen Dank für das Geschehene aussprechen, freilich nicht ohne beizufügen, dass auch dieser Fortschritt nur

eine Etappe bilden könne auf dem Wege zu neuen und bedeutenderen Erweiterungen, deren Realisierung wir heute, nach nicht ganz 20 Jahren, feiern dürfen.

Indessen würde kaum so rasch für die Völkerkunde diese Befreiungsstunde geschlagen haben, wenn nicht die älteren Sammlungen im gleichen Hause, Kunst und Naturwissenschaft, ebenfalls unter Bedrängnissen aller Art zu seufzen gehabt hätten, so dass das Initiativkomitee für die Museumsbauten, das am 15. Oktober 1903 zum ersten Male zusammentrat, einen allgemeinen Notschrei an die Einwohnerschaft Basels richten konnte.

Die Geschichte dieses Initiativkomitees will ich hier nicht wiedergeben, nicht zu reden kommen auf die mancherlei Schwierigkeiten, die sich einer raschen Lösung der Museumsbaufragen entgegenstellten, auch nicht eingehen auf die Umwege, die es, durch allerlei Umstände gedrungen, hat wandeln müssen. Heute soll vielmehr allein die herzliche Freude über das Erreichte zu dankbarem Ausdruck gelangen. Und da ist vor allem des glänzenden Opfersinns unserer Basler Bevölkerung zu gedenken, die auf den Aufruf des Initiativkomitees hin in kürzester Frist über eine Million an freiwilligen Beiträgen für die Bedürfnisse der Museumssammlungen zusammengelegt hat, um dem Staate die Ausführung der kostspieligen Bauten zu ermöglichen. Dank aber auch den Behörden, die nicht gezögert haben, die trotz der freiwilligen Leistung noch notwendigen, hohen Summen für die Errichtung des Völkerkunde- und des Kunstmuseums zu bewilligen.

Das in der Folge ausgearbeitete Programm für die Raumbedürfnisse der Völkerkunde ergab, dass, wenn man ihr wirklich zu einer für eine längere Reihe von Jahren hinaus gedeihlichen Entwicklung verhelfen wollte, ein Erweiterungsbau von sehr beträchtlichen Dimensionen notwendig sei, zumal die Naturwissenschaft und zwar mit vollem Recht das ganze alte Museum für ihre eigenen Bedürfnisse zu verlangen, sich veranlasst sah. Das Preisgericht, das über eine unter den Mitgliedern des Basler Ingenieur- und Architektenvereins ausgeschriebene Ideenkonkurrenz im April 1909 zu urteilen hatte, erkannte den ersten Preis den Herren Eduard, Ernst und Paul Vischer zu. Ihnen übertrug die Baukommission die Ausarbeitung der Pläne, die im folgenden Jahre ihr vorgelegt und von ihr genehmigt worden sind.

Noch konnte aber nicht an ihre Ausführung geschritten werden, weil die Platzfrage für das Kunstmuseum noch keineswegs geklärt war, und das Initiativkomitee an die Übergabe der gesammelten Geldmittel an den Staat die Bedingung geknüpft hatte, dass beide Aufgaben gleichzeitig an die Hand genommen werden

sollten. Erst am 15. Mai 1913 konnte der Grosse Rat den erlösenden Beschluss fassen, auf dem Areal des Rollerhofs einen Neubau für die Völkerkunde zu errichten und als Bauplatz für das Kunstmuseum den Schützenmattpark zu bestimmen.

Am 17. November 1913 ist mit dem Bau begonnen worden; er fiel in eine bewegte Zeit, denn der im August 1914 ausgebrochene Weltkrieg konnte nicht ohne Einwirkung auf den Gang der Arbeiten bleiben. Trotzdem stand Anfang 1916 der Bau vollendet da, wonach mit der nicht geringen Aufgabe der Aufstellung der Sammlungen begonnen werden konnte.

Die Gesamtkosten des Neubaus ohne das Areal, aber mit Einschluss der tiefgreifenden Veränderungen im Aulaflügel des alten Museums, mit Einschluss ferner von Mobiliar und Umzugskosten, beliefen sich auf rund 770,000 Fr., wovon reichlich der dritte Teil aus freiwilligen Mitteln bestritten worden ist. An Ausstellungsfläche enthält der Neubau 2331 Quadratmeter, an Magazin- und Kellerräumen 431; hiezu das Haus am Schlüsselberg, das die Arbeitszimmer, die Bibliothek, Werkstätte und Packraum enthält mit 411, zusammen 3173 Quadratmeter.

Es sind in den letzten Jahren eine Reihe von Arbeiten erschienen über die Frage, wie völkerkundliche Museen gebaut und eingerichtet werden sollen, wobei zum Teil Forderungen aufgestellt worden sind, die unserer Meinung nach in keinem Verhältnis stehen zum Werte solcher Sammlungen und nur da sich rechtfertigen lassen, wo es sich um Kunstwerke allerersten Ranges handelt. Wir sind dagegen ausschliesslich vom Gesichtspunkte ausgegangen, dass möglichst viel Licht und möglichst viel Raum die einzigen massgebenden Faktoren sein müssen, und dass jeder entbehrliche architektonische Schmuck zu vermeiden sei, um die an sich oft recht bescheiden aussehenden Sammlungen selbst zum Beschauer reden zu lassen. So war es auch höchst glücklich, dass durch keine prunkvolle Fassade die Dispositionen des Inneren beeinflusst wurden, gemäss dem Lichtwark'schen Worte: „Für ein Museum, das sich rühren und wirken soll, ist die Fassade nichts, das Innere alles". Mit grosser Liebe und Verständnis haben die Baumeister diese Aufgabe durchgeführt, welche oft einen Verzicht auf eigenen, künstlerischen Ausdruck verlangte, und ihnen ist es zu danken, dass wir den Bau als einen in allen Teilen gelungenen und praktischen bezeichnen dürfen, in vieler Hinsicht ein Vorbild für Bauten ähnlicher Bestimmung.

Die Sammlungen selbst nun, die in dem neuen Heim zur Aufstellung gelangten, umfassen heute beinahe 40,000 katalogisierte Nummern, gegen 27,000 im Jahre 1912 und 2500 im Jahre 1892.

Fragen wir nun nach den Quellen, aus denen diese ausserordentliche Vermehrung geflossen, so ist es wiederum in allererster Linie der altbewährte Basler Bürger- und Opfersinn, der zu diesem erfreulichen Ergebnis verholfen hat, und hier ist der Ort, einer Erscheinung zu gedenken, welche die letzten Jahrzehnte der Geschichte unserer naturforschenden Gesellschaft charakterisiert und von den früheren wesentlich unterscheidet, nämlich der Expansion ins Weite, über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus. Zahlreiche Basler Gelehrte aus den verschiedensten Gebieten der Naturwissenschaften sind in dieser Periode zu Forschungszwecken in fremde Länder hinausgezogen, und alle haben unserer heimischen Sammlungen mit Liebe und Aufopferung gedacht. Ich kann sie hier nicht alle nennen, möchte aber doch nicht unterlassen, wenigstens mit besonderem Danke Herrn Dr. Felix Speiser, dessen Sammlung aus den Neuen Hebriden zu den wertvollsten Teilen unseres Museums gehört und Herrn Dr. August Tobler, der uns reiche Schätze aus Sumatra zugeführt hat, zu erwähnen.

Aber nicht nur Gelehrte, sondern auch zahlreiche, in den verschiedensten Lebensstellungen auswärts lebende Basler und Schweizer haben unsere Sammlungen vermehrt, und nicht zum mindesten haben wir dem freiwilligen Museumsverein, der Gemeinnützigen Gesellschaft und vielen Freunden in der eigenen Stadt ausserordentlich viel zu verdanken. Wir dürfen wohl auch daran erinnern, ohne unbescheiden zu sein, dass der gesamte Sammlungsbetrieb, mit Ausnahme natürlich der vom Staate besoldeten, manuellen Beihilfe, eine freiwillige Leistung gewesen ist und, so hoffen wir, nach guter, alter Basler Tradition es noch lange so bleiben wird.

Bei der Aufstellung der Sammlungen ist im allgemeinen geographisch vorgegangen worden, da es doch in erster Linie darauf ankommt, das bunte Bild der verschiedenen, bestehenden Kulturen der Menschheit dem Beschauer vor Augen zu führen. Naturgemäss haben unsere Materialien nicht ausgereicht, um diese vielgestaltigen Kulturen der Erde gleichmässig zum Ausdruck zu bringen, da wir eben doch in der Hauptsache auf das angewiesen waren, was uns an Geschenken, also mehr oder minder zufällig, zugeflossen ist. Einzelne Gebiete sind daher verhältnismässig zu stark, andere zu schwach vertreten, und wir müssen es der Zukunft überlassen, hier einen Ausgleich herbeizuführen. Aus eben diesem Grunde haben wir in verschiedenen Fällen darauf verzichten müssen, ausgedehnte, geographische Bezirke in Untergruppen zu zerlegen, auch wenn solche nach Stil der Geräte sich wohl hätten unterscheiden lassen. Indessen verliert der Forscher hiedurch nichts, da jedes Stück den Herkunftsnachweis auf der

Etikette trägt, und der Laie wird vielleicht noch eher eine Vorstellung von einer Kultur sich bilden können, als wenn allzuviele Untergruppen unterschieden werden.

Anderseits haben wir auch mehrfach das rein geographische Prinzip verlassen und vergleichende Sammlungen von Geräten zur Aufstellung gebracht. Solche vergleichende Gruppen bieten das nicht geringe Interesse, dass sich daran die Entwicklung eines Gerätes von primitiven Formen bis zu immer mehr vervollkommneten verfolgen lässt. In dieser Weise haben wir die gesamten Ackerbaugeräte der Erde zusammengestellt; vergleichend sind ferner die Schiffe angeordnet, weiter die Anker, die Ruder, die Transportmittel, die Mühlen und die ganze Webetechnik der Erde. In der durch Prof. Leopold Rütimeyer's Eifer gewaltig angeschwollenen, afrikanischen Abteilung werden Sie auch die Idole und Masken, das ganze mannigfaltige Pandämonium der Negerstämme, in einer Gruppe vereinigt finden.

Die moderne Völkerkunde und so auch unser Museum legen ein ganz besonderes Gewicht auf die primitiven Kulturen der sogenannten Naturvölker und dies mit vollem Recht. Einmal spiegeln diese am getreuesten den Urzustand der Menschheit, den Beginn aller Kultur überhaupt, wieder, und da Kulturgeschichte die Aufgabe und den Inhalt der völkerkundlichen Wissenschaft bildet, ist ihre Wichtigkeit für solche entwicklungsgeschichtliche Betrachtung leicht einzusehen. Des fernern sind aber gerade diese Kulturen einem sicheren, nahen Untergang geweiht; allzuviele sind auch bereits völlig vernichtet worden. Bei der enormen Ausbreitung des weissen Menschen mit seinen hoch entwickelten Transportmitteln und seiner unersättlichen Geld- und Ländergier über die ganze Erde hin, bringt heutzutage jedes Jahrzehnt Veränderungen mit sich, wie sie früher ein Jahrzehntausend zu bewirken nicht imstande gewesen. Unaufhaltsam legt sich die europäische Maschinenkultur wie ein Tod bringendes Netz über den Erdball und erstickt in seinen unentrinnbaren Maschen alles ursprüngliche Völkerleben. Und vor allem sind es eben die Naturvölker, die diesem Ansturm zuerst erliegen, ihre Sitten und Anschauungen von Grund aus verändern und ihre zwar mühsam, aber mit wahrer Andacht verfertigten Geräte gegen billige Importware vertauschen. Vielfach verschwinden sogar bei der Berührung mit den Weissen nicht nur die primitiven Kulturen, sondern auch ihre Träger selbst, vom Schauplatz des Lebens.

Von diesen Dokumenten untergehender Völker und Kulturen ist es Pflicht, zu retten, was zu retten ist, und es gilt hier auch sicherlich das Wort Ludwig Rütimeyers, das er 1865 in Be-

zug auf die naturwissenschaftlichen Sammlungen des Museums in der Aula aussprach: „Die Zukunft wird wohl erst den vollen Dank für die weise Voraussicht leisten, mit der innerhalb der Mauern, die uns umgeben, Dokumente niedergelegt wurden, welche die Arbeit unserer Nachfolger mehr fördern werden als all der Reichtum der Gedanken, die von diesem Katheder ausgegangen."

Unmerklich führen die Naturvölker über zu denen, welche wir als Halbkultur- und Kulturvölker bezeichnen, lauter relative Begriffe, weil selbst bei Kulturvölkern nur ein gewisser Teil derselben wirklich Kulturträger ist, während dem Rest nicht unbillig eine Stellung unter den Halbkultur-, teilweise sogar Naturvölkern anzuweisen wäre. In keinem Falle kann die Völkerkunde irgendwo einen künstlichen Schnitt machen, und sie darf dies um so weniger, als auch die Halbkulturen, ja selbst Hochkulturen, wie die Jahrtausende alten der Ostasiaten, der europäischen Uniformisierung auf die Dauer sich nicht zu entziehen vermögen.

Dies führt uns zu der vielumstrittenen Frage über, ob die Völkerkunde sich auch mit Europa zu beschäftigen habe oder nicht. Der europäische Grössenwahn hat sie öfters verneint, ich möchte sie durchaus bejahen, aber hier begegnen wir künstlich gezogenen Grenzen, weil grosse Teile der europäischen Kulturgeschichte von jeher in anderen Museen ihre Stätte gefunden haben. Die Hochkulturen von Griechenland und Rom, die Erzeugnisse unseres Mittelalters, die des europäischen Kunstgewerbes, Malerei und Skulptur werden längst von eigenen Instituten gepflegt, die zumeist, wenn auch durchaus mit Unrecht, sich dafür bedanken würden, als Zweige der Völkerkunde angesehen zu werden.

Und doch ist in Europa ein Gebiet zu pflegen übrig geblieben, das als unebenbürtig von den anderen verstossen, zu warten hatte, bis die aufblühende Ethnologie sich seiner annahm. Es ist dies dasjenige, was gewöhnlich als europäische Volkskunde bezeichnet wird, die alte Niederkultur, die von einer dünnen Decke von Hochkultur nur kümmerlich zugedeckt, dem aufmerksamen Auge überall und naturgemäss vorzugsweise auf dem Lande und in abgeschlossenen Gebirgstälern entgegentritt. Hier sind die Fäden zu suchen und unschwer zu finden, die unsere eigene Kultur aufs engste verknüpfen mit denen der Halbkultur- und Naturvölker der übrigen Erdteile. In manchen Städten wird die lokale Volkskunde von besonderen Museen gepflegt; ich betrachte es dagegen als einen eminenten Vorteil, dass durch Herrn Prof. Ed. Hoffmann-Krayer sie bei uns den Platz gefunden, wo sie ohne jeden Zweifel hingehört, in die Verbindung mit der übrigen Völkerkunde. Der sorgfältige Beschauer wird überrascht sein von den vielen

Zügen, die unserer europäischen Kultur mit andern, weit entfernten, die wir als niedrige bewerten, gemeinsam sind.

Eine andere, gleichfalls umstrittene Frage ist die, ob auch die Urgeschichte in den Bereich völkerkundlicher Museen zu ziehen sei. Auch hier kann unsere Antwort nur eine positive sein. So wenig es in der Gegenwart der Völker für unsere Wissenschaft eine Grenze gibt, so wenig ist in der Vergangenheit eine solche denkbar; die Völkerkunde erlischt vielmehr erst da, wo die Spuren des Menschen im Dunkel der Jahrhunderttausende sich verlieren und die Denkmäler aufhören, die seine Hand und sein Geist geschaffen. Die Urgeschichte, in der alle Wurzeln von Kultur liegen, darf unmöglich aus einem Museum ausgeschlossen sein, das die Entwicklung der gesamten menschlichen Ergologie vor Augen führen will. Der Vorsteher unserer prähistorischen Abteilung, Herr Dr. Paul Sarasin, hat in mustergiltiger Weise den Versuch gemacht, die vorgeschichtlichen, aufeinander folgenden Kulturen zu leicht übersichtlicher Darstellung zu bringen und zwar nicht nur für Europa, sondern über den ganzen Erdball hin.

Noch ein anderes Moment aber verlangt gebieterisch die Vereinigung von Urgeschichte und Völkerkunde. Die erstere ist in der üblen Lage, dass der Erdboden fast nur die Geräte aus Stein, Knochen, Horn, Metall und Thon vor Vernichtung bewahrt, während die unzähligen Gegenstände aus Holz, Rinde, Fell und dergleichen rettungslos zu Grunde gehen. Hier kann ihr nur die Völkerkunde helfen, das Kulturbild zu ergänzen; sie allein vermag den Schlüssel zu liefern zur Erklärung vieler sonst rätselhafter Fundstücke. Ausserordentlich viel Verständnis verdankt bereits die Urgeschichte der Völkerkunde, hat es doch diese letztere vermocht, mit Hilfe zwingender Analogieschlüsse sogar Licht auf die religiösen und sozialen Anschauungen von Völkern zu werfen, deren Mund seit vielen Jahrtausenden verstummt ist.

Aus dem Gesagten werden Sie den Eindruck erhalten haben, dass das Gebiet, welches die Völkerkunde umgreift, ein ungeheuer weites, den ganzen Erdball umspannendes und ungemessene Zeiträume umfassendes ist. In der Tat möchte Einen fast Mutlosigkeit beschleichen angesichts dieser Riesenaufgabe, welche nichts geringeres bedeutet als die Erforschung der Geschichte des menschlichen Geistes von Urzeiten an bis zur Gegenwart und in allen seinen mannigfaltigen Aeusserungen. Und so mögen Sie denn, wenn die Pforten des neuen Museums sich öffnen, dessen eingedenk sein, wie schwach gegenüber einer solchen gewaltigen Aufgabe die Kraft des einzelnen ist und mit Milde und Nachsicht

den gemachten Versuch beurteilen, die Kulturgeschichte der Menschheit zur Darstellung zu bringen.

Wir aber, die Mitglieder der Basler Naturforschenden Gesellschaft, wollen uns darüber freuen, dass wir als Jubiläumsgabe ein solches Geschenk unserer Vaterstadt anbieten dürfen und daraus Mut und Vertrauen in die Zukunft schöpfen.

Lassen Sie mich schliessen mit dem Satze, in den Peter Merian seine Festschrift zum 50jährigen Bestehen unserer Gesellschaft hat ausklingen lassen und der mir heute, wo rings um uns die Kriegswetter drohen, mehr als je gerechtfertigt erscheint: „Was die nähere und fernere Zukunft unserem Vaterlande, unseren wissenschaftlichen Gesellschaften und im besonderen unserer Naturforschenden Gesellschaft bringen wird, steht in Gottes Hand. Hoffen wir, dass unsere Nachfolger von immer erweiterten Fortschritten werden Kunde geben können."

Ansprache von Herrn Regierungsrat Dr. Fritz Mangold,

Vorsteher des Erziehungsdepartements des Kantons Basel-Stadt.

Hochverehrte Festversammlung!

Mannigfach und gross sind die Leiden, die die Kriegszeit uns auferlegt. Für die einen liegen sie in materieller Bedrängnis, für die andern in der Beschämung, machtlos der Missachtung alles Menschlichen und aller Kultur gegenüberzustehen, in der Beschämung, dass weder Einzelne, noch Millionen dem unendlichen Sehnen der Menschen nach Frieden zur Erfüllung verhelfen können.

Inmitten dieser Bedrängnis und dieser Leiden vereinigt uns ein Tag gemeinsamer Freude und entreisst uns für einige Stunden dem bitteren Gedenken dessen, was uns diese Jahre hindurch und in den letzten Tagen tief und schmerzlich bewegt hat. Es ist ein Tag, der uns die Früchte friedlicher Arbeit offenbart, die lange vor dem Kriege begonnen und während dieser bösen Jahre zu gutem Ende geführt worden ist.

Wohl dem Staat und dem Volk, das neben der Lösung grosser und schwieriger technischer und sozialer Aufgaben Zeit und Mittel und Kräfte hat und den Mut, geistiges Gut zu heben und zu pflegen!

Glücklich das Land, für das der Bürger nicht sterben muss, sondern leben darf!

Der heutige Tag ist auch für uns, die wir die Ehre haben, die Departemente des Staates zu leiten, ein Tag besondrer Befriedigung. Was in vielen Sitzungen beraten und erwogen worden, und was man in stillen Stunden sich erdacht hat, schaut nun, dank dem Zusammenarbeiten der Beteiligten, froh in die Welt. Die Baumeister haben uns einen zweckmässigen einfachen Bau erstellt, wie er verlangt worden war. Gelehrte und Laien haben ihn mit Dingen gefüllt, die sie auf mühsamer Fahrt erlangt, über das Meer gebracht, dem Staate geschenkt und schliesslich in schönster Ordnung aufgestellt haben. Mit berechtigtem Stolze werden sie sie uns nun erschliessen, und nicht weniger stolz wird unser Volk sein auf das neue Basler Völkerkundemuseum.

So ist ein Teil der Museumsfrage gelöst; noch harrt aber der übrige seiner Erledigung. Was unsre Bürgerschaft vor Jahren freiwillig zusammengelegt hat — es sei ihr hiefür auch an dieser Stelle herzlich gedankt — um der Kunstsammlung, dem naturhistorischen Museum und der Sammlung für Völkerkunde zu neuen Räumen zu verhelfen, liegt zum Teil noch unverwendet.

Sie wollen es mir nicht verargen, wenn ich gestehe, dass mich — mit mir geht es vielleicht auch andern gleich — ein Gefühl der Wehmut beschleicht, weil wir in diesen andern Dingen noch nicht so weit geraten sind.

Aber es ist Ihnen ja bekannt, wie alles gekommen und gegangen, und nicht minder bekannt, wie viel schwieriger die Aufgabe ist, Kunstwerke gut unterzubringen, als ethnographische Sammlungen. Für diese werden von allen Beteiligten grosse, helle Räume und Vitrinen verlangt, nicht mehr und nicht weniger, und diese hat der Architekt in reichem, alle Ansprüche vollauf befriedigendem Masse gegeben.

Ueber die Art aber und die Grösse der Säle, die für unsre Kunstsammlung notwendig, über das Licht und seinen Einfall gehen bekanntlich die Ansichten selbst der Fachleute auseinander. Gut Ding will Weile haben! — Und nun, da wir mit dem Bau beginnen könnten, hemmt uns die Schwierigkeit der Beschaffung der Rohstoffe und Arbeitskräfte. Hatte man früher geglaubt, mit dem Museumsbau Notstandsarbeiten zu schaffen, so lässt jetzt der Stand der Not die Arbeit nicht zu. Und doch — gibt es heutzutage nicht noch viel viel schlimmere Dinge, als dies alles?

Mit der Kunstsammlung leidet das naturhistorische Museum Not; denn es wartet auf die Räume, die jene heute inne hat. Das ist bedauerlich, aber kein Unglück. Wir haben in dieser Zeit gelernt, dergleichen ruhiger hinzunehmen, schätzen uns glücklich,

noch im unversehrten Besitz unsrer Sammlungen zu sein, und hoffen zuversichtlich, ihn durch alle Trübsal hindurch auch behalten zu können.

So freuen wir uns denn als Optimisten des neuen Hauses und seiner reichen Schätze. Und ich weiss, Sie freuen sich alle mit mir, selbst die, die insgeheim die Völkerkundeleute um ihr neues Museum beneiden. Ihnen, den Medizinern, den Physikern, den Theologen, den Juristen und Philosophen mags tröstlich klingen, wenn ich sage: Es ist alles im Flusse! Ihr werdet alle unter neues Dach und Fach kommen, einer nach dem andern, nach dem Mass der Mittel und der Kräfte.

Indem ich mir vergegenwärtige, was alles der Förderung teilhaftig werden soll: Anatomie und Physiologie, Physikalische Anstalt, Astronomisch-meteorologische Anstalt, Pharmazeutische Anstalt, Hygienische Anstalt, neues Kollegiengebäude wird mir wieder bewusst, dass wir heute die Eröffnung des ersten grössern Baues in der Reihe aller Universitätsbauten feiern. — Auch das Völkerkundemuseum dient der Universität und es mag allen, denen es fremd, gesagt sein, dass unsre Universität die glückliche Besitzerin aller unsrer öffentlichen Sammlungen ist: der Bibliothek, der Kunstsammlung, des Historischen Museums, der Sammlung für Völkerkunde, der Naturhistorischen Sammlung, der Skulpturensammlung usw.

Wir haben somit für die Universität gebaut und werden in den nächsten Jahren für diesen einen Zweck — die Förderung von Kunst und Wissenschaft — Mittel in ungewöhnlichem Masse aufbringen müssen, Mittel, wie sie von einem so kleinen Staatswesen, wie das unsrige eines ist, kaum irgendwo für diese Dinge gefordert werden.

Aber wir schlagen die Gewährung dieser Kredite unsrer Volksvertretung gerne vor und wissen, dass diese sie ebenso gerne bewilligen wird. Denn sie dienen der fortwährenden Belebung unsres geistigen Lebens, dienen allen Gebieten und allen Kreisen unsrer Bevölkerung. Ich habe gewiss nicht nötig, Ihrer verehrlichen Versammlung zu sagen, was die Universität uns bedeutet. Sie ist, um mit Rudolf Wackernagel zu reden, heute noch, wie vor Jahrhunderten: ein Werk der Stadt und ein Teil ihres Lebens!

In welcher Art und in welchem Masse die uns zum ersten Male in der neuen Aufstellung geöffnete Sammlung für Völkerkunde der Universität und der Wissenschaft zu dienen berufen, ist Ihnen eben von berufenster Seite angedeutet worden. Wie sie dem

Volke lieb gemacht werden kann, so dass es nicht nur stumm und bewundernd und verständnislos vor den Vitrinen vorbeizieht, das zu ermitteln ist Aufgabe der Fachleute. Führungen werden — wie bisher — das ihrige tun, damit dem Beschauer lebendig wird, was ihm aus den Kästen tot entgegenschaut. Ist es da nicht erfreulich zu vernehmen, dass morgen schon der erste Dozent für Ethnographie an unsrer Universität, Herr Dr. Felix Speiser, über das Völkerkundemuseum in der Aula sprechen wird?

Dem Volk und der Wissenschaft! das war von jeher die Losung für alle, die um das Zustandekommen des Völkerkundemuseums sich verdient gemacht haben.

Und da ich einen Namen genannt, müssen Sie mir schon erlauben, einen zweiten zu nennen und über jenen zu stellen, den Namen desjenigen, der unermüdlich tätig gewesen, dessen Energie wir in der Hauptsache das Zustandekommen der Sammlung für Völkerkunde verdanken. Es ist der Präsident der Museumskommission und der Kommission der Sammlung für Völkerkunde, Herr Dr. Fritz Sarasin. Heute darf er seinen Ehrentag feiern. Mit ihm dürfen es seine getreuen Helfer: die Herren Dr. Paul Sarasin, Prof. Dr. Leop. Rütimeyer, Dr. Felix Speiser, Prof. Dr. Hoffmann-Krayer, Dr. K. Forcart und viele Andere, die nicht der Kommission angehören und deren Namen alle zu nennen mir unmöglich ist.

Ihnen allen spreche ich hier namens der Behörden und namens unsrer Bevölkerung den besten Dank aus für alles, was Sie in jahrelanger, stiller und unverdrossener Arbeit für das Zustandekommen des neuen Museums geleistet haben. — Wie die lebendige Miss Kumbuck, das Geschenk der Herren Dr. Fritz und Dr. Paul Sarasin an den Zoologischen Garten, der Liebling unserer Grossen und Kleinen geworden, so wird das Völkerkundemuseum dauernd regstes Interesse erwecken und eine dem Volke liebe Sammlung werden.

Wie bequem ist der Staat doch zu diesem Museum gekommen! Er erstellt den Bau, und die Gelehrten und Laien füllen ihn mit Schätzen aus aller Herren Länder, die sie im Gedanken an ihre Vaterstadt erworben haben. Sie haben soviel Köstliches und Seltenes zusammen gebracht, dass man uns beneiden wird.

Namens des Erziehungsdepartements nehme ich freudig und dankbar das Museum entgegen für Volk und Universität des Kantons Basel-Stadt.

Mit der Eröffnung des Völkerkundemuseums ist die Feier des 100jährigen Bestands der Basler naturforschenden Gesell-

schaft verbunden, ein glückliches und ich möchte sagen „verdientes“ Zusammentreffen. Sie haben der Rede des Herrn Dr. Fritz Sarasin entnehmen können, welch grossen Anteil und welche Verdienste die hiesige naturforschende Gesellschaft um die Entstehung und Entwicklung unsrer Sammlungen und Universitätsanstalten für sich beanspruchen darf. Sie wissen aber auch, in welcher Weise die Gesellschaft durch ihre Veröffentlichungen und durch ihre Vorträge wirkt, wie dabei die Vertreter der Universität belehren und anregen, wie dadurch wiederum weitere Kreise der Bevölkerung an die Gesellschaft gefesselt werden und wie die Universität dadurch unter der Bürgerschaft Freunde gewonnen hat.

Ich gratuliere der naturforschenden Gesellschaft zu ihrem 100jährigen Bestande und danke auch den hervorragenden Männern, von denen sie geleitet worden ist und geleitet wird, für die starke Förderung der Naturwissenschaften und für die Verbreitung wissenschaftlicher Forschung in Basel.

Wenn auf allen Gebieten des öffentlichen Lebens — es sind ihrer soviele und mannigfaltige, solche, wo materielle und solche wo geistige Bedürfnisse gepflegt werden müssen — ich sage, wenn auf allen diesen Gebieten sich Menschen bereit finden, die ihre ganze Spannkraft, ihr Wollen und Können, ihre materiellen und geistigen Mittel zur Verfügung stellen, wie es die Förderer des neuen Museums getan und die Leiter der naturforschenden Gesellschaft, so soll uns um die Zukunft von Basel nicht bange sein.

Aber wir müssen sie haben, diese Männer! denn ohne sie, ohne freiwillige private Hilfe, ohne kleine und grosse Opfer der Einzelnen wird kein Gemeinwesen bestehen können. Und ein guter Teil der Staatskunst muss darin bestehen, diese freiwillige Arbeit anzuregen und heranzuziehen und in den Dienst des Allgemeinwesens zu stellen.

Ansprache von Herrn Prof. Ernst Hedinger,

Rector magnificus der Universität Basel.

Hochansehnliche Versammlung!

Als derzeitigem Rektor der Universität fällt mir die ehrenvolle Aufgabe zu, der Naturforschenden Gesellschaft Basel zu ihrem 100jährigen Jubiläum die Wünsche der Alma mater Basiliensis zu überbringen.

Die Naturforschende Gesellschaft hat das Glück, bei ihrer Feier auf eine Zeitperiode zurücksehen zu dürfen, in der, wie wohl nie zuvor, die Naturwissenschaft an positiven Forschungsresultaten bereichert wurde, und in der ihre Forschungsergebnisse einen bestimmenden Einfluss auf die Weltanschauung der Menschheit gewonnen haben. In diese Zeit fällt die Entdeckung von der Erhaltung der Energie. Die heutige Physik steht und fällt mit diesem grundlegenden Gesetz. Die ganze moderne Elektrotechnik ist nur der Ausdruck eines konsequenten Ausbaues dieses Prinzipes. In die Zeit, in der die Basler Naturforschende Gesellschaft ihre Tätigkeit entfaltete, fällt Darwin mit seiner Theorie der Entstehung der Arten und der Abstammung des Menschen. Diese Zeitperiode sieht, um nur Weniges zu nennen, die ungeahnte Entwicklung der Chemie mit dem Ausbau der Atomlehre, den Aufschwung der Geologie, der Mineralogie, der Botanik, der Zoologie und der Embryologie und die verheissungsvolle Entwicklung der medizinischen Wissenschaften. In diese Periode fallen die für die Naturwissenschaften und im speziellen für die Medizin so bedeutungsvolle Entdeckung der Zelle als der letzten organischen Einheit für pflanzliche und tierische Lebewesen durch Schwann und der weitere Ausbau der Zellenlehre zur Zellularpathologie durch Rudolf Virchow.

An diesem enormen Aufschwung der Naturwissenschaften hat die Naturforschende Gesellschaft Basel ihren guten Teil gehabt. Ich brauche Ihnen unter der älteren Generation nur die Namen von Peter Merian, Friedrich Schönbein, Albrecht Müller, Ludwig Rütimeyer, Friedrich Miescher, Wilhelm His, Eduard Hagenbach, Fritz Burckhardt, Julius Kollmann zu nennen, um die Bedeutung der Basler Naturforschenden Gesellschaft im vergangenen Jahrhundert ihres Bestehens ins richtige Licht zu setzen. Ein Ruhmestitel der Basler Naturforschenden Gesellschaft wird es stets bleiben, dass von einem ihrer Mitglieder in konsequenter und zäher Weise die Idee des

Naturschutzes der Heimat wie der Welt verfochten worden ist. Wenn man später die Schrecknisse und Leiden unserer Zeit erzählen wird, so wird man sicher nicht vergessen zu erwähnen, dass unsere Generation nicht nur zu zerstören verstand, sondern dass sie zuerst die Idee schuf, die Natur vor dem Menschen, besonders vor dem weissen Menschen, zu schützen.

Die Beziehungen der Basler Naturforschenden Gesellschaft zur Universität waren aus verschiedenen Gründen stets ausserordentlich innig. Dies wurde schon dadurch bedingt, dass die führenden Geister der Naturforschenden Gesellschaft vielfach Professoren der Basler Universität waren. Neben diesem mehr zufälligen Connex war aber eine innige Verbindung der Naturforschenden Gesellschaft mit der Universität auch dadurch gegeben, dass, wie sich heute Herr Dr. Fritz Sarasin ausgedrückt hat, die Naturforschende Gesellschaft mehr und mehr zu einer Art Akademie wurde, in der die naturwissenschaftlichen Kreise unserer Stadt ihre neuen Forschungsresultate wiedergaben. Darin liegt nun die hauptsächliche Bedeutung der Naturforschenden Gesellschaft auch für die Hochschule, dass sie das Zentrum der einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen, inklusive der Medizin, wurde.

Dank energischer Forschungsarbeit ist aus der Mutterwissenschaft mit der Zeit ein blühender, grosser Baum geworden, dessen Aeste ein fruchtbares, mehr oder weniger vom Zentrum unabhängiges Leben führen, die sich aber. um fortdauernd gedeihen zu können, immer wieder als Glieder eines allgemeinen, kräftigen Stammes fühlen müssen. Diese Rolle des zentralen Baumstammes hat nun die Basler Naturforschende Gesellschaft in ausgezeichneter Weise durchgeführt. Bei ihren Sitzungen finden sich die Vertreter der differenten Forschungsgebiete zusammen, hier erhalten sie mannigfache neue Anregung, und hier kommen sie stets wieder zum Bewusstsein, dass bei aller Bedeutung und Notwendigkeit der Detailarbeit diese nur dann einen bleibenden Wert hat, wenn sie in Verbindung mit der allgemeinen Naturwissenschaft steht.

Als Vertreter einer medizinischen Disziplin möchte ich noch ganz speziell auf die Bedeutung der Basler Naturforschenden Gesellschaft für die hiesige medizinische Wissenschaft hinweisen. Es ist kein blosser, nur durch die damals existierenden Persönlichkeiten bedingter Zufall, dass im Jahre 1751 der Buchdrucker und Buchhändler Johann Rudolf Imhof dem damaligen Dekan der medizinischen Fakultät, Dr. J. Rudolf Zwinger, den Antrag tat, dass es sowohl zur Aufnahme der Universität, als auch besonders zur Zierde der medizinischen Fakultät gereichen würde,

wenn man diejenigen curiösen Observationes durch öffentlichen Druck bekannt machte, welche jedem geflissenen Lehrer der Heilkunde oder ausübendem Arzte oder auch einem andern in Wissenschaften erfahrenen Mann von Zeit zu Zeit vorkommen würden und deren Bekanntmachung manchmal Gewissenssache sei. Man könnte die Beobachtungen unter dem Titel: Acta Helvetica Physico-Mathematico-Botanico-Medica erscheinen lassen. Schon damals nahm die Medizin an dieser Vereinigung, die als Vorläufer unserer Naturforschenden Gesellschaft bezeichnet werden kann, tätigen Anteil. Als am 8. Januar 1817 die Konstituierung der jetzigen Naturforschenden Gesellschaft erfolgte, war die Medizin ebenfalls durch mehrere Mitglieder vertreten. Dieser Zusammenhang der medizinischen Wissenschaft mit der Naturwissenschaft und der sie repräsentierenden Naturforschenden Gesellschaft ist mit der Zeit eher noch inniger geworden. Den grossen Aufschwung der Medizin verdankt diese einzig und allein den Naturwissenschaften und der für uns jetzt selbstverständlichen, banalen Wahrheit, dass die Medizin nur ein Spezialgebiet der Naturwissenschaften darstellen kann. Ein Mediziner ohne naturwissenschaftlichen Schulsack ist ein armer therapeutischer Handwerker ohne inneren und äusseren Wert.

Die Naturforschende Gesellschaft hat es bis jetzt stets verstanden, sich ihrer Bedeutung als Zentrum der naturwissenschaftlichen Forschung würdig zu zeigen. Sie hat dadurch dem gesamten wissenschaftlichen Leben und insbesondere auch der Hochschule unschätzbare Dienste geleistet. Dafür möchte ich ihr an ihrem 100jährigen Jubiläumstag den Dank der Hochschule aussprechen.

Wir feiern heute gleichzeitig die Eröffnung des neuen Museums für Völkerkunde. Herr Dr. Fritz Sarasin hat Ihnen soeben die enorme Bedeutung der Völkerkunde und eines Museums für Völkerkunde für Stadt und Hochschule geschildert. Was er aber nicht gemeldet hat, ist die ausserordentliche Arbeit, die von der Kommission für die Sammlung für Völkerkunde je und je geleistet wurde. Ich möchte hier an diesem Tage im Namen der Regenz speziell dieser Kommission den Dank aussprechen und möchte diesen Dank auch auf die früheren Mitglieder der Kommission, speziell auf deren langjährigen früheren Präsidenten Professor Julius Kollmann ausdehnen. Ganz speziellen Dank schulden wir Paul und Fritz Sarasin, die neben ihrer wertvollen Arbeit in der Kommission ihre grossen Sammlungen dem Museum zur Verfügung stellten und so zusammen mit Dr. Felix Speiser, Dr. Tobler, Dr. David, Prof. Leopold Rütimeyer, Prof. Hoffmann-Krayer, Dr. Forcart, um nur einige Namen zu nennen, ein Museum schufen, um das uns manche grössere Stadt beneiden wird.

Die Eröffnung des neuen Museums für Völkerkunde hat für unsere Hochschule noch eine weitere, gleichsam symbolische Bedeutung. Die Universität Basel ist dank der allgemeinen Entwicklung des Hochschulstudiums und dank auch der speziellen Entwicklung der naturwissenschaftlichen und medizinischen Disziplinen in eine gewisse kritische Situation geraten, da eine Reihe von Neubauten in den nächsten Jahren zu einer absoluten Notwendigkeit geworden sind, wenn die Hochschule ihren guten Namen behalten will. Die sogenannten reinen Geisteswissenschaften warten seit Jahrzehnten auf ein neues Kollegiengebäude, das nicht nur dem erheblichen Platzmangel abhelfen soll, sondern das auch nach aussen als Stätte der Universitas litterarum erkannt werden kann. Die Physik, die Physikalische Chemie, die Mineralogie, die Anatomie, die Physiologie warten auf Neubauten, die durch den Ausbau der Wissenschaft und die steigende Zahl der Studierenden notwendig geworden sind. Zu diesen Forderungen gesellen sich die Bauten der Kliniken und ihrer Hilfsinstitute, die in den nächsten Jahren unternommen werden müssen, wenn die Medizin eine erfreuliche Fortentwicklung und Konkurrenzfähigkeit mit den medizinischen Fakultäten anderer, zum Teil sogar kleinerer, Hochschulen zeigen soll. Es sind eine Reihe von Forderungen, die dadurch noch schwerer werden, dass sie in eine durch die jetzige politische Situation ausserordentlich erschwerte Zeitperiode fallen. Wenn die Hochschule dennoch in der jetzigen Zeit diese Forderungen stellt, so ist sie sich der jetzigen schweren Situation wohl bewusst; sie hat aber die Pflicht, auf diesen Forderungen zu bestehen, weil sie eine absolute Notwendigkeit sind und weil sie nicht nur im Interesse der Hochschule, sondern ebensosehr im Interesse von Basel gestellt werden müssen. Die Hochschule ist dem Opfersinn der Behörden und der Bevölkerung sicher zum grössten Dank verpflichtet, auf der anderen Seite glaubt die Universität auch das Verdienst für sich in Anspruch nehmen zu dürfen, dass sie ebenfalls wesentlich dazu beigetragen hat und jetzt noch dazu beiträgt, aus Basel das Staatswesen zu machen, das der verschiedensten Institutionen wegen überall gewürdigt wird.

So sehe ich in dem neu eröffneten Museum für Völkerkunde den Grundstein für die weiteren Bauten in den nächsten Jahren. Möge es meinem Nachfolger, der in 100 Jahren vielleicht an dieser gleichen Stelle die Hochschule vertreten darf, vergönnt sein, unsere heutige Feier als Anfang einer Periode zu preisen, in der trotz Weltkrieg sich in Basel die geistigen und materiellen Fähigkeiten fanden, die der Universität im 20. Jahrhundert zu einer neuen, ungeahnten Blüte verholfen haben.

Ansprache von Herrn Prof. Jacob Wackernagel

im Namen der Gemeinnützigen Gesellschaft, der Akademischen Gesellschaft und des Freiwilligen Museumsvereins.

In Vertretung des leider behinderten Vorstehers des Museumsvereins habe ich die Ehre, Ihnen die Glückwünsche dreier Gesellschaften, die Sie zu Ihrem Feste eingeladen haben, zu überbringen: die Glückwünsche und Grüsse der Gesellschaft zur Beförderung des Guten und Gemeinnützigen, der Akademischen Gesellschaft, des Freiwilligen Museumsvereins. Die älteste dieser Gesellschaften, die Gemeinnützige Gesellschaft, die von jeher darauf bedacht ist, alles zu fördern, was irgendwie dem Gemeinwohl dient, hat die naturwissenschaftlichen Sammlungen besonders mit Rücksicht auf ihren Bildungswert unterstützt; sie war und ist des Glaubens, dass durch die Anschauung der darin gesammelten Schätze für viele Bewohner unserer Stadt Leben und Denken bereichert werden. Sie hat sich auch seit Jahren bemüht, durch Museumsführungen jene Anschauung zu vertiefen und für das Publikum noch fruchtbarer zu machen. Die Akademische Gesellschaft, die treue Schirmerin der Universität und aller damit zusammenhängenden wissenschaftlichen Studien, musste es sich selbstverständlich immer angelegen sein lassen, einen gebührenden Teil ihrer Mittel den Sammlungen und Arbeitsinstituten, die innerhalb unserer Mauern der Naturforschung dienen, zugute kommen zu lassen.

Der Freiwillige Museumsverein steht unter den drei Vereinigungen in Hinsicht auf Alter und materielle Mittel, wie auch auf Umfang der Tätigkeit, an dritter Stelle. Seine Aufgabe besteht ausschliesslich in der Unterstützung der Sammlungen, die im Museum untergebracht oder aus Museumssammlungen hervorgegangen sind. Aber in diesem engen Umkreis glaubt sich der Verein wirklich nützlich gemacht zu haben. Abgesehen von den regelmässigen Jahresbeiträgen konnte er von Anfang an (zum ersten Male 1853) durch ausserordentliche Zuschüsse den naturwissenschaftlichen Sammlungen grössere Anschaffungen ermöglichen, wenn sich günstige Kaufgelegenheiten boten. Besonders freue ich mich, festzustellen, dass die Sammlung für Völkerkunde, an deren Reichtum wir uns heute durch eigene Anschauung werden erfreuen dürfen, ganz besonders namhafte Unterstützungen empfangen hat. Ausserdem hat der Verein die ehrenvolle Aufgabe, die Peter Merian-Stiftung zu verwalten, aus deren Mitteln die naturwissenschaftliche Abteilung der Universitätsbibliothek auf der Höhe erhalten werden soll, auf die sie durch die Arbeit und die Freigebigkeit des ehrwürdigen Ratsherrn und Gelehrten gebracht worden ist.

Es ist für die drei Gesellschaften eine Genugtuung, am heutigen Ehrentage der Naturforschenden Gesellschaft ihre Tätigkeit anerkannt zu sehen. Sie freuen sich, dass sie auch ihrerseits die naturwissenschaftlichen Studien haben fördern helfen, nicht bloss materiell, sondern auch durch die Bemühung, denselben in den Herzen der Bürger Basels eine Stätte zu bereiten. Aber zugleich sind sich die Mitglieder dieser Gesellschaften wohl bewusst, wie weit ihre Leistungen hinter denen der festfeiernden Gesellschaft und denen ihrer arbeitenden Mitglieder zurückstehen. Das Spenden materieller Mittel kann mit der Arbeit des Forschers nicht auf gleiche Linie gestellt werden. Und die Sammlungen selbst, so wenig sie ohne ökonomische Förderung denkbar sind, verdanken ihren Wert doch hauptsächlich der wählenden und ordnenden Arbeit ihrer Leiter, gar nicht zu reden von den Schätzen, die ihnen durch die Schenkungen hervorragender Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft zugeführt worden sind.

So sehr wir diese Ungleichheit der Leistungen anerkennen, so voll sind wir uns bewusst, den Mitgliedern Ihrer Gesellschaft in zwei Dingen gleich zu stehen: in der Bewunderung für die Majestät und den Reichtum der Schöpfung und in der Liebe zur Vaterstadt. Es sei mir gestattet, auf dieses zweite mit einem Worte einzugehen. Weniger oder ebenso wenig als irgend eine Wissenschaft ist die Naturforschung darauf angelegt, ihren Blick ängstlich und kleinlich auf die nächste Umwelt einzuschränken. Ihr Gebiet ist so weit, so unbegrenzt, wie der Makrokosmos selbst. Aber sie weiss zugleich, dass die Natur (anders als die menschlichen Verhältnisse) überall gross ist, nicht bloss in der Ferne. So hat es Ihre Gesellschaft von jeher nicht verschmäht, die grossen Erscheinungen, die die Natur in unserer nächsten Umgebung bietet, aufzudecken und zu erklären.

Weiterhin aber hat keines Ihrer Mitglieder, wenn es durch seine Aufgaben in weite Fernen, in die Tropen Afrikas und Asiens, und bis zu den Antipoden geführt wurde, dort der Heimat vergessen. Stolz erkennen wir heute an, wie viel Basel den ausgezeichneten Reisenden, die von ihm ausgegangen sind, für seine Sammlungen und für vieles andere verdankt.

Viele, und gerade die hervorragendsten, Mitglieder Ihrer Gesellschaft haben es auch nicht verschmäht, mit ihrem Wissen unmittelbar dem Gemeinwesen zu dienen, ja manche Stunde der Musse den Zwecken des Staates und freiwilliger Hilfstätigkeit zu opfern. In unserem Staatsleben und in dem Leben unserer Gesellschaften haben oftmals Männer der Naturforschung leitende Stellen eingenommen. Insbesondere der Freiwillige Museumsverein darf

sich rühmen, von Christian Friedrich Schönbein gegründet und Jahrzehnte hindurch von Peter Merian und Eduard Hagenbach-Bischoff geleitet worden zu sein; ich nenne damit Namen, die bei Ihrer Gesellschaft in dankbarstem Andenken stehen.

Am heutigen Jubeltage darf ich Namens der drei Gesellschaften, die ich zu vertreten die Ehre habe, den Wunsch aussprechen, dass die alten Beziehungen auch in der kommenden Zeit lebendig bleiben mögen. Ich darf die Zusicherung geben, dass Sie auch fernerhin bei uns offene Herzen und offene Hände finden werden, wenn es gilt, Ihre edeln grossen Zwecke zu fördern.

Der Naturforschenden Gesellschaft selbst wünsche ich ferneres glückliches Gedeihen. Und wenn es in hundert Jahren unsern Enkeln und Urenkeln beschieden sein wird, ein zweites säkulares Jubiläum zu begehen, möge alsdann die Gesellschaft mit derselben Befriedigung und demselben Hochgefühl auf das zweite Jahrhundert ihres Daseins zurückblicken, womit sie heute (und wir mit ihr) auf ihr erstes Jahrhundert zurückblickt.

Mein dritter Wunsch gilt den einzelnen Mitgliedern. Wichtiger als alle gesellschaftliche Betätigung, so notwendig und segensreich sie auch sei, ist doch die stille Forschung des einzelnen. Mögen alle gegenwärtigen und künftigen Mitglieder, ob sie ganz der wissenschaftlichen Forschung und der Weitergabe des Wissens leben oder dafür nur dürftige Stunden der Musse aussparen können, ob sie grossen in die Augen fallenden Gegenständen oder dem Kleinen und Allerkleinsten ihre Arbeit zuwenden, darin dieselben Erfolge erleben, wie die Glieder der älteren Generationen, deren Andenken wir heute feiern. Möge ein jeder jenes einzige, ganz besondere Glücksgefühl an sich erfahren, das den Forscher durchströmt, wenn er neue Tatsachen entdeckt; wenn ihm Zusammenhänge sichtbar werden zwischen Erscheinungen, die zuvor zusammenhangslos nebeneinander lagen; wenn er in Dunkel und Chaos Licht und Ordnung bringen kann. „Felix qui potuit rerum cognoscere causas."

Ansprache von Herrn Prof. Eduard Fischer von Bern,

Centralpräsidenten der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

Hochgeehrte Festversammlung!

Als am 6. Oktober 1815 in Genf durch die Initiative von Henri Albert Gosse und Pfarrer Samuel Wyttenbach die schweizerische Naturforschende Gesellschaft ins Leben gerufen worden war, da entstand bei ihren Gründern sehr bald auch der Wunsch,

es möchten überall im Schweizerlande herum einzelne Herde zur Pflege der Naturwissenschaften entstehen in Form lokaler Vereine, wie sie bereits in Zürich, Genf und Aarau existierten und wie auch Wyttenbach selber einen in Bern gestiftet hatte. „Ce que nous cherchons principalement c'est d'établir dans les Villes principales de la Suisse des Sociétés d'Amis de la Nature qui se mettront avec nous en correspondance . . .“ so schrieb Wyttenbach an Gosse[1]), und der erste Faden, der in dieser Richtung mit Erfolg angeknüpft werden konnte, ging nach Basel: Schon im Oktober 1815 hatte sich Wyttenbach an Professor Daniel Huber gewandt, um ihm den Gedanken nahe zu legen, die seit einer Reihe von Jahren eingeschlafene physisch-medizinische Gesellschaft wieder zu wecken[2]). Die Idee fiel auf guten Boden, sie führte aber nicht zur Wiederbelebung jener Gesellschaft, sondern zur Gründung der kantonalen Basler Naturforschenden Gesellschaft.

So ist denn der ehrwürdige Pfarrer an der Kirche zum heiligen Geist in Bern, Samuel Wyttenbach, nicht nur der Gründer der bernischen Naturforschenden Gesellschaft und der Mitbegründer der schweizerischen geworden, sondern er hat auch den Anstoss gegeben zur Stiftung der Ihrigen. Sein Wunsch ist aber noch in vollkommenerer Weise in Erfüllung gegangen, denn heute ist die schweizerische Naturforschende Gesellschaft umgeben von einem Kranze von 20[3]) Tochtergesellschaften aus den verschiedensten Teilen unseres Landes. Und im Namen ihrer Mutter und ihrer Schwestern entbiete ich unserer Jubilarin die wärmsten und herzlichsten Glückwünsche zu ihrer Centennarfeier.

Ihr Stifter, Daniel Huber, hat aber auch sofort das lebhafteste Interesse an der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft genommen, und es ist interessant zu sehen, in welcher Weise er die Aufgaben derselben auffasste. Ich fand in einem Briefe[4]), den er im Februar 1816 an Wyttenbach richtete, die folgenden Worte:

---

[1]) La fondation de la Société helvétique des sciences naturelles en 1815. Correspondance de Henri-Albert Gosse et de Samuel Wyttenbach, publiée par le Dr. Hector Maillart-Gosse à l'occasion du premier Centenaire de la Société. Genève 1915 p. 46.

[2]) Ed. Hagenbach-Bischoff. Die Entwicklung der Naturwissenschaftlichen Anstalten Basels 1817—1892. Eröffnungsrede bei der 75. Jahresversammlung in Basel. Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellschaft. 1892 p. 5.

[3]) In der mündlichen Ansprache war nur von 19, den Schwestergesellschaften der Jubilarin die Rede; zählt man aber letztere selber mit, so bestehen gegenwärtig in der Schweiz 20 Tochtergesellschaften der Schweiz. Naturf. Gesellschaft, von denen zwei im Kanton Zürich.

[4]) Derselbe befindet sich in der Stadtbibliothek in Bern.

„Sie melden mir von einem Verfassungsplane für die allgemeine Gesellschaft, an dem gearbeitet werde. Darf ich mir wohl erlauben, einen diesen Gegenstand betreffenden Wunsch vorläufig zu äussern. Es möchte nämlich zu einer Fundamental-Maxime der Gesellschaft gemacht werden: dass sie hauptsächlich auf dem Wege der Erfahrung die Naturkenntnis zu befördern trachten werde. Wenn ich gleich einerseits überzeugt bin, dass bei einer litterarischen Gesellschaft so viel Freyheit als möglich obwalten und man überhaupt den Aeusserungen der Genies so wenig Schranken als möglich setzen solle, so möchte ich doch auf der andern Seite die Gesellschaft sehr gerne vor leerem metaphysischem Geschwätze bewahren, das heutzutage leider so sehr Mode ist. . ."

Den gleichen Gedanken finden wir auch in der vorläufigen Verfassung Ihrer Gesellschaft vom Januar 1817[1]) niedergelegt: „Obgleich die Gesellschaft zur Erreichung ihrer Zwecke theoretische Untersuchungen keineswegs ausschliesst, so wird sie doch auf dem Wege der Erfahrung durch sorgfältige und richtige Beobachtungen und Versuche die Kenntnis der Natur zu befördern sich bestreben." Ist es nun nicht gerade die Befolgung dieses Grundsatzes gewesen, die die naturwissenschaftliche Forschung des hinter uns liegenden Jahrhunderts so überaus fruchtbar machte? In diesem Sinne hat auch Ihre Gesellschaft mit grösstem Erfolge gearbeitet: Wir brauchen ja nur Ihre „Berichte" und „Verhandlungen" zu durchgehen, in denen wir die Forschungsergebnisse eines Schönbein, eines Peter Merian, eines Rütimeyer und so viele andere wertvolle Untersuchungen bis in die neueste Zeit niedergelegt finden. Und in diesem Sinne haben auch die Mitglieder Ihrer Gesellschaft teilgenommen an den Arbeiten der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft über die Geologie, die Gletscher, die Pflanzen- und Tierwelt unseres Vaterlandes, bis zu den Bestrebungen, die sich die Erhaltung unserer Forschungsobjekte auf künftige Generationen zur Aufgabe machen.

Sechsmal sind wir mit unseren Jahresversammlungen überaus herzlich bei Ihnen aufgenommen worden und während zweier sechsjähriger Perioden lag die zentrale Verwaltung unserer Gesellschaft in den bewährten Händen unserer Basler Freunde: von 1875—1880 unter dem Vorsitz des unvergesslichen Eduard Hagenbach-Bischoff, und von 1905—1910 unter der so vorzüglichen Leitung Ihres gegenwärtigen Präsidenten. Und alle die, welche unsere Gesell-

[1]) s. Peter Merian, Geschichte der Naturforschenden Gesellschaft in Basel während der ersten fünfzig Jahre ihres Bestehens. Festschrift herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Basel zur Feier ihres fünfzigjährigen Bestehens, 1867 p. 10.

schaft kennen, wissen, dass es sich dabei nicht bloss um festliche oder geschäftliche Vereinsangelegenheiten handelt, sondern dass es auch gilt, wichtige wissenschaftliche Aufgaben und Untersuchungen zu organisieren.

Verehrte Festversammlung! Die Zeiten, welche der Gründung Ihrer und unserer Gesellschaft unmittelbar vorangingen, waren ernste Zeiten, die auch viel äussere Not im Gefolge hatten. Aber das hinderte die Stifter nicht daran, mit Zähigkeit immer wieder an der Realisation ihrer Pläne zu arbeiten. Und so möge auch in der heutigen Zeit, in der neben der Sorge um das Wohl und die Unabhängigkeit unseres Vaterlandes auch so viele Probleme und Fragen materieller Natur die Gemüter beschäftigen, der Sinn für die Pflege der Wissenschaften rege und lebendig bleiben. Möge auch für Ihre Gesellschaft das neue Jahrhundert, welches Sie unter dem Donner der Geschütze angetreten haben, einen reichen Fortgang an friedlicher und fruchtbarer Forschungsarbeit bringen.

Verzeichnis der Stifter des Jubiläums-Fonds.

Basler Nachrichten
Bürgerrat von Basel
Cellonit-Gesellschaft Dreyfus & Cie.
Chemische Fabrik vormals Sandoz
Elektrizitätswerk Lonza
Färberei & Appreturgesellschaft vorm. Clavel & Lindenmeyer
Färbereien vormals Jos. Schetty & Söhne A.-G.
Farbwerke vorm. Durand Huguenin & Cie.
Floretspinnerei Ringwald
J. R. Geigy A.-G.
Georg & Cie.
Gesellschaft für chemische Industrie
Helbing und Lichtenhahn
Industrie-Gesellschaft für Schappe
Nationalzeitung
Schweizerische Kreditanstalt
Staatskasse Basel-Stadt
Vereinigte Rheinsalinen

Herr Aemmer, F. Dr., Regierungsrat
„ Alioth-Merian, Sigismund
„ Alioth-Schlumberger, Adrian
Frau Bachofen-Burckhardt, L.
„ Bachofen-Burckhardt, Prof.
Herr Bally, Walter Dr.
„ Banderet, Ed. Dr.
„ Barbezat, Ch.
„ Barth-Schäfer, Paul Dr.
„ Bassalik, K. Dr.
„ Baumberger, E. Dr.
Frau Baumberger-Schneider
Herr Baur, Fritz Dr.
„ Beck, Theod. Dr.
„ Bell, Ed.
„ Bernoulli-Bruckner, Ernst
„ Bernoulli-Glitsch, Dl. Dr.
„ Bernoulli-Hartmann, A. L. Prof.
„ Besson, A. Dr.
„ Besson-Scherrer, J.
„ Bigler, Walter Dr.
„ Bienz, A. Dr.
„ Binz, Gust. Dr.
„ Birkhäuser, R. Dr.
„ Bischoff, E. Oberst
Frl. Bloch, H. Dr.
Herr Böniger-Ris, M. Dr.
„ Bollinger, G. Dr.
„ Bosshart-Tschanz
„ Brack-Schneider, J. J.
„ Breitenstein, A. Dr.
Herr Bruckner-Georg, R.
„ Bruckner-Weber, Rud.
„ Brüderlin, R. N. Oberst
„ Brüderlin, W. Dr.
„ Bucherer, Emil Dr.
„ Buchmann-Besson, E. Dr.
„ Buchmann-Schardt, Chr. Direktor
„ Bürgin, Emil Oberst
„ von Bunge, G. Prof. Dr.
„ Burckhardt, Alfons
„ Burckhardt-Burckhardt, A. Dr.
„ Burckhardt-Burckhardt, S. Dr.
„ Burckhardt, Carl Dr.
„ Burckhardt-Friedrich, Albrecht Prof. Dr.
„ Burckhardt-Fetscherin, Hans Dr.
„ Burckhardt-Grossmann, Ed.
„ Burckhardt-Iselin, R.
„ Burckhardt-Lenggenhager, G. Dr.
„ Burckhardt-Merian, J.
„ Burckhardt-Sarasin, Karl
Frau Burckhardt-Schazmann, Prof.
Herr Burckhardt-Socin, Otto Dr.
„ Burckhardt-Vischer, C. F. W. Dr.
„ Burckhardt-Vischer, W. Dr.
„ Burckhardt-von Speyr, Gustav
„ Buxtorf, Aug. Prof. Dr.
Frau Chappuis-Sarasin
Herr Christ-de Neufville, Rud.
„ Christ-Iselin, W.
„ Christ-Merian, Balthasar

Herr Christ-Paravicini, A. Dr.
„ Clavel-Simonius, René Dr.
„ Conzetti, A. Dr.
„ Corning, H. K. Prof. Dr.
„ Cornu, F. Vevey
„ Courvoisier, L. G. Prof. Dr.
„ Danneel, H. Dr.
„ David, Ad. Dr.
„ De Bary-von Bavier, R.
„ de Roeder, R.
„ Ditisheim, Alfred
„ Dreyfus Brodsky, J.
„ Dreyfus-Strauss, Isaac
„ Eckel-Labhart, Charles
„ Egger, F. Prof. Dr.
„ Ehinger-Alioth, Mathias
Frau Ehinger-Heusler
Herr Engelmann, Th. Dr.
„ Engi-Hollenweger, G. Dr.
„ Fichter, F. Prof. Dr.
„ Fiechter, A. Direktor
„ Finckh-Siegwart, Dr.
„ Fininger-Merian, L. Dr.
„ Finsler, G. Dr.
„ Fischer-Eschmann, E.
„ Flatt, Rob. Dr.
„ Flury-Jucker, S.
„ Forcart, Kurt Dr.
„ Frey, Oscar Dr.
„ Friedrich-Kiefer, R.
„ Friedrich, Leonhard
„ Füglistaller, B.
„ Geering-Respinger, Ad.
„ Geiger-Mähly, Paul Dr.
„ Geiger-Otto, H. Dr.
„ Geigy-Burckhardt, C.
„ Geigy-Hagenbach, K.
„ Geigy-Schlumberger, Rud. Dr.
„ Geldner-Ammon, K.
„ Gelzer-Vischer, K. Pfr.
„ Gengenbach-Gysin, G.
„ Gessler-Herzog, C. A.
„ Gigon, Alfr. Dr.
„ Gnehm, R. Prof. Dr., Zürich
„ Goppelsroeder, Friedr. Prof. Dr.
„ Graber-Würgler
„ Greppin-Mäglin, E. Dr.
„ Grossmann-Simon, R.
„ Grüninger, Rob. Dr.
„ Grüninger, R. Architekt
„ Gruner-Kern, H. E.
Frl. Gysin, Julie Dr.

Herr Haegler-à Wengen, A. Dr.
„ Hagenbach, August Prof. Dr.
Frau Hagenbach-Berri, J. C. Prof.
Herr Hagenbach-Burckhardt, Karl Dr.
Frau Hagenbach-Burckhardt, E. Prof.
Herr Hagenbach, Eduard Dr.
„ Hagenbach-Merian, Ernst Dr.
„ Hagenbach, Rud. Dr.
„ Hagenbach-Von der Mühll, Hans Dr.
„ Hallauer, O. Dr.
„ Hauser-Amans, R.
„ Hedinger, Ernst Prof. Dr.
„ Henneberger, M. Dr.
„ Henrici-Veillard, Direktor
„ Heusler, Andreas Prof. Dr.
„ Hindermann-Müller, E. Dr.
„ His-Schlumberger, E.
„ His-Veillon, A.
„ Hoffmann, K. R. Dr.
„ Hoffmann-Krayer, Ed. Prof. Dr.
„ Hoffmann-La Roche, Fritz.
„ Hoffmann-Paravicini, A. Dr.
„ Hollenweger-Heckendorn, A.
„ Hollinger, Saml.
„ Hopf-Schnewlin, J.
„ Hottinger-Bélat, Ad.
„ Hotz, W. Dr.
„ Hünerwadel, Th.
„ Hunziker, Dr.
„ Im Hof, A. Dr.
„ Im Hof, G. Dr.
„ Immermann, G. Dr.
„ Iselin, Emil Pfarrer.
„ Iselin, H. Prof. Dr.
„ Iselin-Merian, Felix Dr.
„ Iselin, Rud. Dr.
„ Iselin-Sarasin, J. Nat.-Rat Oberst
„ Iselin-Vischer, Alfred
„ Jaecklé, A. Dr.
„ Janicki, Constantin Dr.
„ Jaquet-Paravicini. A. Prof. Dr.
„ Jecklin, L. Dr.
„ Jenny, F. Dr.
„ Jetzer, M. Dr.
„ Kägi-Stingelin
„ Kägi-Wassermann, Dr.
„ Kappeler, H. Dr.
„ Karcher, J. Dr.
„ Katz, C. Dr.
„ Keller, Hans Dr.
Frau Kern-Anselm
Herr Kiefer, G.

Herr Klaiber-Vest, R.
„ Klingelfuss, Dr.
„ Knapp-Refardt, Martin
„ Koechlin-Burckhardt, E. Dr.
„ Koechlin, Max
„ Koechlin, Paul, Dr.
„ Kollmann, J. Prof. Dr.
„ Kreis-Füglistaller, Oscar Dr.
„ Kubli, L. Dr.
„ Kündig, R. Dr.
„ Kuentzy-Kübler, Fritz
„ Kunz-Brunner, J. Dr.
„ Kussmaul, C.
„ Labhardt, A. Prof. Dr.
„ Lang-Vonkilch, K.
„ La Roche-Burckhardt, Hermann
„ La Roche-Merian, F.
„ La Roche-Paravicini, E.
„ La Roche-Passavant, Alfred
„ La Roche, Theophil
„ Lebedinsky, W. Dr.
„ Lenzinger, Ed. Dr.
„ Leumann, Albert Ing. Dr.
„ Eichtenberger, C.
„ Lichtenhahn, Wilh. Dir.
„ Lindenmeyer-Christ, Max
„ Löffler, W. Dr.
„ L'Orsa, Th. Dr.
„ Lotz, Albert Dr.
„ Lotz-Rognon, W. Dr.
„ Lüdin, Max Dr.
„ Lutz-Georg, Th. W.
„ Mähly-Eglinger, J. Dr.
„ Mähly-Wörnle, P. Dr.
„ Mähly-Sessler, J.
„ Markees, E. Dr.
„ Martin, H. Dr.
„ Mascioni, B. Dr.
„ Massini, Max Dr.
„ Massini-Speiser, R. Dr.
„ Matzinger, E.
„ Mautz, O. Dr.
„ Mayer-Lienhardt, W.
„ Menzel, R. Dr.
„ Merian, Rud. Dr.
„ Mertz, H. Dr.
„ Mettler, C. Dr.
„ Metzner, R. Prof. Dr.
„ Meyer-Altwegg, H. Dr.
„ Meyer-Müller, C. F. Dr.
„ Meyer-Siegrist, A.
„ Mörikofer, Walter

Frau Moser-Massini
Herr Müller-Kober, A Dr.
„ Münger, F. Dr.
„ Müry, Emil
„ Mylius-Passavant, A. Dr.
„ Niethammer, Th. Dr.
„ Oertli-Straumann, S.
„ Oes, Ad. Dr.
„ Oppikofer, E. Dr.
„ Oser, Wilh. Dr.
„ Paravicini, L.
„ Peyer-Lotz, Gust.
„ Pfeiffer, S. Dr.
„ Philippi-Mauley, Rob.
„ Piccard, J. Prof. Dr.
„ Preiswerk, Adolf Dr.
„ Preiswerk-Bernoulli, Ed.
„ Preiswerk-Haller, Ed.
„ Preiswerk, Heinr. Prof.
„ Preiswerk-Maggi, P. Dr.
„ Preiswerk-Ryhiner, A.
„ Preiswerk-Sarasin, Sam. Pf.
Frau Probst-Siegwart, L.
Herr de Quervain, F. Prof. Dr.
„ Rauch-Burckhardt, E. Dr.
„ Reber, Max Dr.
„ Refardt-Sarasin, A.
„ Reinhardt-Strahm, F.
„ Reiter-Müller, E.
„ Revilliod, P. Dr.
„ Riggenbach-Burckhardt, A. Prof.
„ Riggenbach-Stückelberger, Ed.
„ Rippmann, G. Dr.
„ Rœchling-Graf, O.
„ Ronus, Max Dr.
„ Ronus, Rud.
„ Roux, Jean Dr.
„ Rütimeyer, L. Prof. Dr.
„ Rupe, H. Prof. Dr.
„ Rutschmann, G.
„ Salathe-d'Arlay, E.
„ Sandmeier, Traugott, Dr.
„ Sandreuter-Lutz, E.
„ Sarasin-Alioth, Peter
„ Sarasin, Fritz Dr.
„ Sarasin-Iselin, Alfred
„ Sarasin-Iselin, W.
„ Sarasin, Paul Dr.
„ Sarasin-Schlumberger. J.
„ Sarasin-Vischer, R.
Frau Sarasin-Von der Mühll, Anna
Herr Sarasin-Von der Mühll, Ernst

Herr Schaub, E. Direktor
„ Scheuchzer-Dürr, B.
„ Schmid-Guisan, H. Dr.
„ Schmid-Paganini, J. Dr.
„ Schmid-Weber, Peter
„ Schmidlin, J. Direktor
„ Schmidt, C. Prof. Dr.
„ Schönberg, F. Dr.
„ Schulthess, C. O. Dr.
„ Schwabe, Benno
„ Senn, Gust. Prof. Dr.
„ Senn-Gruner, O. Oberst
Frau Senn-Otto, M. C.
Herr Settelen, Otto Dr.
„ Siebenmann, Fr. Prof. Dr.
„ Simon, Karl Dr.
„ Simonius-Blumer, A. Oberst
„ Socin, Chr. Dr.
„ Speiser-Merian, Felix Dr.
„ Speiser-Sarasin, Paul Prof. Dr.
„ von Speyr-Boelger, Albert
„ Spiess, O. Prof. Dr.
„ Spiess, P. Dr.
„ Staehelin-Bernoulli, F.
„ Staehelin-Bischoff, Aug.
„ Staehelin-Merian, E. Pfr.
„ Staehelin, R. Prof. Dr.
„ Stauffacher, W. Direktor
„ Stehlin, K. Dr.
„ Stehlin, H. G. Dr.
„ Stehlin-von Bavier, F.
„ Steiger, Emil
„ Stocker, R. Dr.
„ Stückelberg-von Breidenbach, Alfr. Dr.
„ Stückelberg, V.
„ Stumm, H. Dr.
„ Sulger-Burckhardt, A. Dr.
„ Sulger, Hans
„ Suter-Vischer, F. Prof. Dr.
Frl. Ternetz, Ch. Dr.
Herr Tobler, A. Dr.
„ Trüdinger, Ph.
„ Vaucher, Charles
„ Veillon, H. Prof. Dr.
„ Veillon-Stückelberg, E. Dr.
„ Vest-Greppin, R.
„ Vest-Gysin, Rud.
„ Villiger, E. Prof. Dr.
Herr Vischer-Bachofen, F. Dr.
„ Vischer-Boelger, A. P.
„ Vischer-Burckhardt, Rud.
„ Vischer, Eberhardt Prof. Dr.
„ Vischer-Ehinger, F. Dr.
„ Vischer-Geigy, Ernst
„ Vischer-Geigy, Paul
„ Vischer-Sarasin, Eduard
„ Vischer-Speiser, C. E.
„ Vischer, W. Dr.
„ Vogel-Sarasin, Rob. Dr.
„ Vogelbach, Hans Dr.
„ VonderMühll, Ed. Ing.
„ VonderMühll, K. Dr.
Frau VonderMühll-His, Prof.
Herr von Voechting, H. Prof. Dr.
„ Wacker-Waldmeier, F. Direktor
„ Wackernagel, J. Prof. Dr.
„ Wackernagel-Merian, Gust.
„ Wagner, Rich. Dr.
„ Walser-Hindermann, F.
„ Wehrle, Dr.
„ Wepf-Aubert
„ Werthemann-Burckhardt, A.
„ Werthemann-Heller, C. A.
„ Werzinger-Bohny, E.
„ Weth, Rud. Dr.
„ Wetterwald, X. Dr.
„ Wieland-Burckhardt, Emil Prof. Dr.
„ Wieland-Preiswerk, C. Prof. Dr.
„ Wieland-Zahn, A. Dr.
„ Wölfflin, E. Dr.
„ Wolf, Moritz Dr.
„ Wolff, Gustav Prof. Dr.
„ Wormser, Dr.
„ Wydler, A. Dr.
„ Zahn-Burckhardt, Carl
„ Zellweger-Mousson, U.
„ Zickendraht, H. Prof. Dr.
„ Zimmerlin-Boelger, G.
„ Zinstag, A. Dr.
„ Zschokke, Fr. Prof. Dr.
„ Zschokke, H.
„ Zweifel, Henri
S. S.
E. L.
E. Z.
Zwei Anonymi.

Zweiter Teil.

Wissenschaftliche Abhandlungen von Mitgliedern der Gesellschaft.

Streiflichter aus der Ergologie der Neu-Caledonier und Loyalty-Insulaner auf die Europäische Prähistorie.

Von

Fritz Sarasin.

Es ist eine heutzutage allgemein anerkannte Tatsache, dass der Schlüssel zum Verständnis sehr vieler in der europäischen Prähistorie uns entgegentretender Erscheinungen nur durch Vergleichung mit den Sitten und Geräten noch lebender primitiver Völker gefunden werden kann. Unter den zahlreichen Beispielen hiefür ist eines der eklatantesten die von *A. B. Cook,* 3, zuerst durchgeführte Parallelisierung der bemalten Kiesel des Azilien mit den heiligen Steinen der heutigen Australier. Ich darf hier wohl auch an die unerwartete Erklärung erinnern, welche die Bewohner rezenter Pfahlhäuser im Matanna-See, Südost-Celebes, uns über Zweck und Nutzen der Pfahlbauten gaben, 22, eine Erklärung, die sich in bemerkenswerter Weise deckt mit der Antwort, die *L. Rütimeyer,* 17, p. 362, auf dieselbe Frage von Insassen des, wie es scheint, einzigen in der Schweiz noch bewohnten Pfahlhauses oberhalb Zinal im Wallis erhielt. In beiden Fällen wurde die Reinlichkeit als Ursache der Pfahlkonstruktion angegeben. Solche Beispiele liessen sich beliebig vermehren, und es ist von diesem Gesichtspunkte aus ein nie genug zu beklagender Verlust, dass die Tasmanier, deren Steingeräte denen unseres Moustérien entsprachen (vergl. hiefür *P. Sarasin,* 21), zu einer Zeit vom Schauplatz verschwunden sind, als die Wissenschaft der Prähistorie noch nicht so weit vorgeschritten war, um aus ihrem Studium den gebührenden Nutzen ziehen zu können. Welches Licht wäre sonst auf manche dunkle Frage der Moustérien-Kultur gefallen!

Während meines Aufenthaltes in Neu-Caledonien und auf den Loyalty-Inseln, der zum guten Teil dem Studium der dortigen Eingeborenen gewidmet war, habe ich mit besonderer Sorgfalt auf ergologische Analogieen mit prähistorischen Erscheinungen geachtet und möchte im Folgenden auf einige solche aufmerksam machen, deren

Kenntnis für den Prähistoriker meiner Meinung nach lehrreich sein dürfte.

Einleitend sei bemerkt, dass die Caledonier sich zur Zeit der Entdeckung der Insel durch *James Cook,* 1774, noch durchaus in der Steinzeit befanden, ohne jede Kenntnis der Metalle und ihrer Bearbeitung. Dasselbe gilt natürlich auch für die erst im Beginn des 19. Jahrhunderts aufgefundenen Loyalty-Inseln. Der Charakter dieser caledonischen Steinzeit war der unserer neolithischen Periode, bezeichnet durch das geschliffene Steinbeil und eine rohe Töpferei. Die im Laufe des 19. Jahrhunderts und namentlich seit der Besitznahme durch Frankreich, 1853, immer intensiver werdende Berührung mit der europäischen Kultur hat diese beiden Techniken zum Verschwinden gebracht; europäische Importware hat sowohl der Bearbeitung des Steins, als der eingeborenen Töpferei ein rasches Ende bereitet. Ein Steinbeil in seiner Fassung gehört heute bereits zu den grossen Raritäten und wird nirgends in der Insel mehr verwendet.

Mit dem Verlust der Kenntnis der Steinbearbeitung ist aber doch der Gebrauch von Steinen zu verschiedenen Zwecken nicht ganz verschwunden und zwar auffallenderweise in Formen, die weit über das Neolithikum zurückgehen, ja geradezu an den Anfang menschlicher Steinverwendung überhaupt zu setzen sind. So dienen noch vielfach rohe, in Bachbetten aufgelesene schwere Rollsteine als Hämmer und zwar ohne jede Zurichtung oder Fassung; es sind also „Protolithen“ im Sinne von *P. Sarasin,* 20. Solche Hammersteine finden zu allen möglichen Zwecken Verwendung, so beim Hüttenbau und bei der Herstellung der Boote, hier speziell, um bei der Zusammenfügung der Planken die Verbindungsschnüre festzuklopfen oder auch um Löcher mit dem Bast des Niaulibaums zu verstopfen. Weiter werden Quarzsplitter gebraucht, wie sie durch einfaches Zerschlagen eines Quarzstückes entstehen, ohne weitere Zubereitung und zwar sowohl zu Aderlasszwecken bei Kopfweh und dergleichen, als zum Glätten der hölzernen Lanzen und Keulen. Ein unglaublich rohes Gerät dient zum Aushobeln der aus der Schale von Conus-Schnecken hergestellten Armbänder; es ist ein länglicher, leicht abgeflachter Rollstein, am einen Ende durch Abschlag etwas zugeschärft, Fig. 1. Spitze Korallenäste habe ich auf der Loyalty-Insel Maré in Gebrauch gesehen, um damit die runden Löcher in Kürbisgefässen herzustellen, Fig. 2, sicher ein altmodisches Gerät, das auf eine lange Vergangenheit zurückblickt. Die Verdünnung des spitzen Endes, wie sie unsere Figur zeigt, ist erst durch den erwähnten Gebrauch entstanden. Ob solche „Korallenbohrer“ auch in Caledonien noch verwendet werden, ist mir nicht bekannt; dass sie es früher gewesen sind, haben mir Funde in Höhlen bewiesen.

Technisch etwas höher stehen die als Anker gebrauchten Steinplatten, indem sie eine Durchbohrung aufweisen zur Befestigung des Taus, Fig. 3.



Fig. 1.

Gerät aus Glimmerschiefer zum Aushobeln der Conus-Schnecken. $\frac{1}{4}$.



Fig. 2.

Korallenzweig, zur Herstellung der Löcher in Kürbisgefässen dienend. ca. $\frac{1}{2}$.

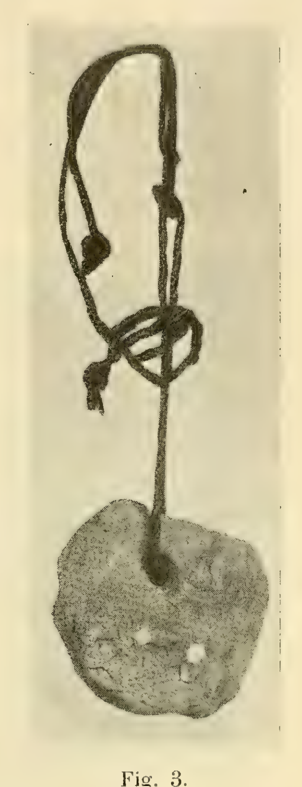


Fig. 3.

Caledonischer Anker. Durchmesser des Steins 27 cm.

Eine wirklich gewollte Gerätform tritt uns in den sorgfältig zugeschliffenen, kegelförmigen, meist aus Stalaktitenmaterial bestehenden Steinen entgegen, die zur Herstellung der Tintenfischangeln dienen, Fig. 4. Zu diesem Ende wird auf den Stein ein Stück einer Cypraea-Schale festgebunden und aus Grashalmen eine geschwänzte, rattenartige Tierfigur hergestellt, deren Körper der Stein mit seinem Cypraea-Rücken bildet. An einer Angelschnur wird dieses Tierphantom, Fig. 5, im Wasser auf- und abbewegt, bis ein getäuschter Tintenfisch sich daran festsaugt. Das Gerät ist in der Südsee weit verbreitet; es bildet auf den Loyalty-Inseln einen polynesischen Einschlag und scheint auf Caledonien zu fehlen.

Damit dürfte, wenn wir von Schleifsteinen absehen, die heute noch übliche Verwendung des Steins zu Geräten erschöpft sein. Einige weitere sind erst unlängst ausser Gebrauch gekommen, so der Drehbohrer mit Silexspitze, der zur Durchbohrung der grünen Serpentinperlen zum Zwecke der Herstellung der berühmten caledonischen Halsbänder gedient hatte.

Sobald man aber an Stellen früherer Ansiedelungen oder in Grotten oder auch in den sehr zahlreichen Muschel- und Schnecken-

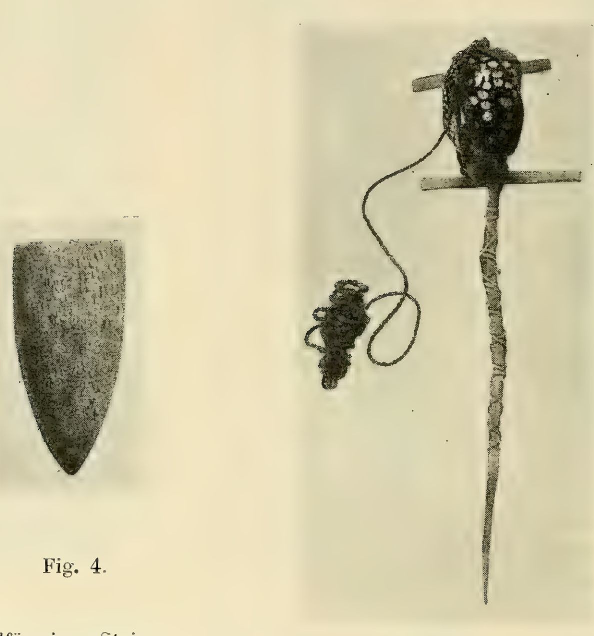


Fig. 4.

Kegelförmiger Stein zur Herstellung der Tintenfischangel. $\frac{1}{2}$.

Fig. 5.

Tintenfischangel. $\frac{1}{4}$.

lagern, Kjökkenmöddingern, der Küste Grabungen vornimmt, ergibt sich ein viel reicheres Steingerätinventar als das der Gegenwart. Ich werde an anderer Stelle diese Funde beschreiben und will hier bloss erwähnen, dass sich an solchen Orten Artefakte, namentlich Messer und Schaber, aus Quarz und Bergkristall und solche aus jaspisartigen Gesteinen gefunden haben, welche ihrem Typus nach als palaeolithisch angesprochen werden können; es sind sogar Geräte darunter, welche durchaus an Formen des Acheuléen erinnern. Da aber in ihrer Begleitung stets zahlreiche Topfscherben, gelegentlich auch ein zer-

brochenes, geschliffenes Steinbeil, zum Vorschein gekommen sind, kann ihr Alter kein sehr hohes sein. Es sind offenbar in Caledonien noch lange palaeolithische Traditionen festgehalten worden, als schon die neolithische Kultur in voller Blüte stand. Analogieen hiezu fehlen auch bei uns keineswegs. In der Höhle von Birseck habe ich je einen Acheuléen-artigen Faustsein im obersten Magdalénien und im frühen Neolithikum gefunden, und *R. R. Schmidt,* 24, p. 101, bemerkt, dass lanzeolierte Fäustel vom St. Acheul-Typus im Frühneolithikum Deutschlands nicht vereinzelt dastünden, und vertritt sogar, p. 104, die Meinung, dass die in Norddeutschland gefundenen, mandel-



Fig. 6.

Steinreihe bei Pam.

förmigen Artefakte stets dem frühen Neolithikum zugehören. Moustier-Formen ferner sind noch aus schweizerischen Pfahlbaustationen bekannt geworden (vergl. *P. Sarasin,* 21).

Nach dieser Einleitung wenden wir uns nun zu unserm speziellen Thema, den Analogieen caledonischer Ergologie mit prähistorischen Erscheinungen:

1. *Steinreihen, Alignements.* Unweit südlich vom Orte Pam an der Nordwestecke der Insel ergiesst sich der Diahot, der grösste Fluss Neu-Caledoniens, mit einem ausgedehnten, von Mangroven bestandenen Aestuar ins Meer. Auf dem grauen, halbharten Boden dieser weiten, sumpfigen Flussebene lässt sich rechtsufrig eine Steinreihe

von etwa 220 m Länge verfolgen. Diese Steinlinie ist in ihrer Haupterstreckung von NNW nach SSO gerichtet und biegt dann in eine NW-SO-Richtung um. Die Steine, Fig. 6, folgen sich in Abständen von durchschnittlich 4—5 m, bald weniger, bald mehr. Es sind formlose, aufgelesene Feldsteine, aus Quarz oder alten Schiefern bestehend, mit Ausnahme eines einzigen, des vierten, vom Südende der Reihe an gerechnet, der wie ein Meilenstein oder kleiner Menhir gestaltet ist, Fig. 7. Dieser ragt etwa 50 cm über den Schlammboden hervor, die andern viel weniger; einige sind fast völlig im weichen Untergrund versunken. Im ganzen zählte ich 40 Steine (der 21., von



Fig. 7.

Der Häuptlingsstein der Steinreihe.

NNW an gezählt, ist doppelt); doch zeigten einige zu grosse Lücken an, dass Steine entfernt worden sind; man hat sie, wie ich mich überzeugte, zur Stütze von Telegraphenstangen verwandt. 1884 waren es nach einer Beschreibung von *Lemire,* 11, p. 143, deren noch 45.

Diese Steinlinie verdient darum unser Interesse, weil die Eingeborenen der Gegend ihre Bedeutung kennen. Nach ihrer übereinstimmenden Aussage ist es ein Siegesdenkmal, und jeder Stein bedeutet einen gefallenen und verspeisten Feind, der grösste, Menhirartige, den Häuptling. Unser Führer, ein Mann aus dem Stamme der Arama, der die Gegend von Pam und die Halbinsel Arama bewohnt, behauptete, dass hier die Arama einen Sieg über die Nénéma, die

Leute der nördlich vorgelagerten Inseln, erfochten hätten. *Lemire's* Gewährsmann, der offenbar ein Nénéma gewesen, schrieb demgemäss den Sieg seinem Stamme zu, und wenn man einen Angehörigen des nahe Inlands wohnenden Stamms der Bondé nach der Bedeutung der Steine fragt, so sind die Bondé die Sieger gewesen. Wie dem nun auch sein möge, so ist doch als gewiss anzunehmen, dass die Steinreihe in der Tat zur Erinnerung an ein grosses kriegerisches Ereignis — 45 Tote bedeuten für caledonische Verhältnisse schon eine bedeutende Schlacht — errichtet worden ist.

Lemire, l. c., p. 148, berichtet noch von einem zweiten, viel ausgedehnteren Denkmal derselben Art in der Gegend von Bondé, wo



Fig. 8.

Steinreihen bei Carnac aus M. Hoernes, 8, p. 576.

142 in einer Reihe stehende Blöcke die Zahl der durch den Stamm der Bondé in einer Schlacht gegen die Leute von Gomen, Koumac und Arama darstellen. Das Alter dieser Steinreihen ist nicht mehr genau zu bestimmen, dasjenige des Denkmals am Diahot kann, angesichts der geologischen Verhältnisse des Ortes, kein hohes sein.

Diese caledonischen Steinreihen scheinen mir eine unverkennbare Analogie zu bilden zu den in weit grösseren Dimensionen auftretenden „Alignements" der Bretagne. Wenn man das hier beigegebene Bild der Steinreihen bei Carnac im Morbihan, Fig. 8, mit den caledonischen vergleicht, so ist die Übereinstimmung in die Augen springend. Dass die Zahl der Blöcke in den französischen Monumenten eine viel grössere ist als in Caledonien und dass die Dimensionen der Blöcke meist viel bedeutendere sind — es kommen aber auch deren genug von

nur 50—60 cm Höhe vor — kann meiner Meinung dieser Übereinstimmung keinen Eintrag tun. Sollte es allzu kühn sein, den französischen Steinreihen, über deren Bedeutung so viel gestritten worden ist, denselben Sinn zuzuschreiben wie den caledonischen und sie gleichfalls als Siegesdenkmäler aufzufassen, aber von Schlachten viel bedeutenderer Art, als die caledonischen gewesen? Die drei Steinreihengruppen der Gegend von Carnac zählen beispielsweise heute noch, obschon seit ihrer Errichtung im Neolithikum viele Steine entfernt worden sind, nach *Déchelette,* 5, p. 442, nicht weniger als 1169, 982 und 579 Blöcke.

Die Steinreihen sind häufig in Verbindung mit besonderen Steinsetzungen von runder, seltener rechteckiger Form, den Cromlechs. Es ist denkbar, dass diese aus verhältnismässig wenigen Blöcken bestehenden Setzungen, auf welche die Steinreihen zuführen, ursprünglich das Andenken an gefallene Häuptlinge festhalten sollten und dass aus diesen erst später die runden Tempelbauten ohne begleitende Steinreihen, wie der berühmte Stonehenge und viele andere, hervorgegangen sind.

Noch sei eine weitere Hypothese gestattet, die ohne Zwang aus dem Vorhergehenden folgt. Die Begräbnis-Tumuli der verschiedensten Gegenden der Erde sind häufig umgeben von einer kreisförmigen Reihe von Steinblöcken, denen nach *Déchelette,* 5, p. 446, eine unbekannte religiöse oder symbolische Bedeutung zukommen muss. Sollten diese Steine nicht gleichfalls Menschen vorstellen, sei es die Zahl der bei einer Totenfeier wirklich geschlachteten oder aber, was wahrscheinlicher, bloss Stellvertreter von solchen?

Für einen Nichtphilologen mag das Folgende auszusprechen, höchst gewagt erscheinen. Das Wort „Menhir“ stammt nach übereinstimmenden Angaben vom keltischen „maen oder men“ = Stein und „hir“ = lang; auch in der alten französischen Bezeichnung „Peulvans“ für die Menhirs steht neben „peul“ = Pfosten, das Wort maen (*Déchelette,* 5, p. 431); dasselbe Wort kommt auch in der Zusammensetzung „Dolmen“ vor, verbunden mit „daul oder dol“ = Tisch. Sollte nicht in dieser Bezeichnung für Stein auch die Bedeutung von „Mensch“ enthalten sein, wonach der gesetzte Steinblock geradezu mit Mensch identifiziert worden wäre?

Anschliessend an die Besprechung der Steinreihen mag hier noch erwähnt sein, dass *Piroutet,* 16, in Neu-Caledonien auch Tumuli entdeckt hat; ich kenne sie von dieser Insel nicht, wohl aber haben wir solche auf der Loyalty-Insel Maré gefunden. Hier sind sie aus rohen Kalkblöcken errichtet; einer der beiden von uns gesehenen war von einem aufgestellten, Menhir-artigen Stein bekrönt, Fig. 9. Darüber

an anderem Orte Näheres, im Zusammenhang mit der Prähistorie des Gebiets.

2. *Steinkreise.* Die nunmehr zu besprechenden Bildungen haben mit den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Steinsetzungen nicht das mindeste zu tun. Ich beobachtete sie zuerst in einer Strandhöhle bei Hienghène, an der Ostküste Caledoniens. In dieser fanden sich an mehreren Stellen aus aufeinandergelegten Steinen errichtete Kreise von einigen Metern Durchmesser, mit Holzresten und Asche in ihrer Mitte. Der Antwort, welche die Eingeborenen auf meine Frage nach



Fig. 9.

Tumulus bei Pénélo, Maré.

der Bedeutung dieser ringförmigen Steinmäuerchen gaben, es seien Schlafstellen zum Übernachten, mass ich wenig Wert bei, bis wir bei der Besteigung des Humboldt-Piks im Süden der Insel unsere Träger selber ein solches sonderbares Nachtlager errichten sahen. Um sich gegen die kalten Nachtwinde zu schützen, bauten sie am Rande des geröllreichen Bettes des Ngoï-Flusses aus grossen Rollblöcken einen Steinring von etwa 50 cm Höhe und ca. 4 m Durchmesser, Fig. 10. Das Innere wurde mit Blättern austapeziert und in der Mitte mit lange glimmenden, groben Holzklötzen ein Feuer unterhalten. In diesem Steinring legten sie sich radiär zum Schlafen hin, den Kopf gegen die Steinmauer, die Füsse nach dem Feuer zu gerichtet.

Es sind mir augenblicklich aus der europäischen Prähistorie keine genau entsprechenden Bildungen erinnerlich; doch dürfte manches, was als Grabanlage, Opferplatz oder Hüttenrest gedeutet wurde, hieher gehören. In jedem Falle ist es für den Prähistoriker nützlich, zu wissen, dass Steinringe mit Aschenresten in ihrer Mitte nichts anderes zu sein brauchen als temporäre Lagerstellen.

3. *Zaubersteine* spielen bei den Caledoniern eine ausserordentlich grosse Rolle. Jeder Stein, der annähernd die Form irgend eines Gegenstandes besitzt, wird als in einem geheimen Zusammenhang mit diesem stehend und geheime Einflüsse auf ihn ausübend be-

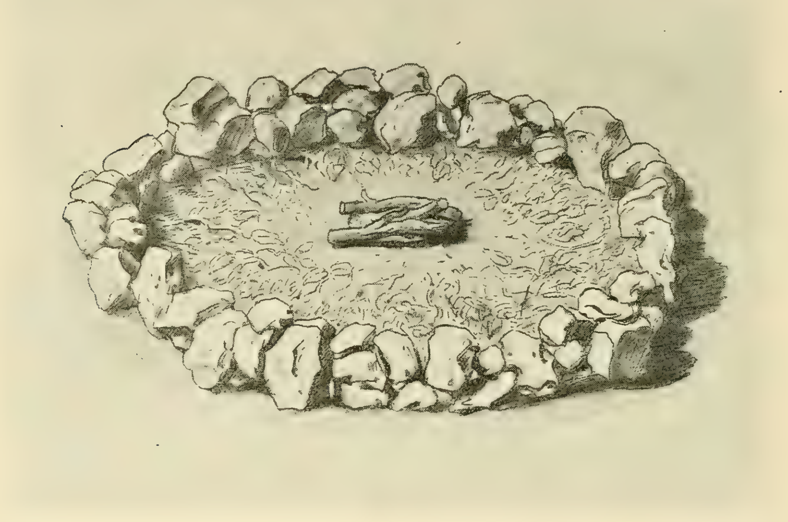


Fig. 10.

Steinring als Lagerstelle dienend, nach einer Skizze.

trachtet. So dienen beispielsweise Steine, deren Gestalt einigermassen den verschiedenen Feldfrüchten gleicht, wie Ignamenwurzeln, Taroknollen, Bananen, Brotfrucht, Kokosnüssen u. s. w., in die betreffenden Pflanzungen eingegraben oder mit den Setzlingen in Berührung gebracht, dazu, das Wachstum dieser Pflanzungen zu befördern. Fischartig geformte Steine, über die die Netze gezogen oder mit denen die Fischlanzen berührt werden, garantieren reichlichen Fischfang. Eine rugöse Konkretion, welche *M. Leenhardt*, 10, abbildet, soll, da von ferne an eine Cumuluswolke erinnernd, die Kraft haben, Regen anzuziehen. Dagegen waren die Regensteine, die Dr. *J. Roux*

und ich in Caledonien gesammelt haben, einfache, runde Rollsteine, die erst durch Aufmalen schwarzer Flecke, welche Wolken bedeuten, ihre Wirkung auszuüben vermochten. Wieder andere Steine sind im Kriege, sei es zum Angriff, sei es zur Abwehr, nützlich oder bewirken den Tod von Feinden, so vornehmlich spitze, z. B. Stalaktiten (ein solches Stück habe ich von Maré) oder waffenartig geformte oder rot gefärbte, was natürlich Blut bedeutet. Wieder andere sollen Reichtümer anziehen, so ein Stück Brauneisen meiner Sammlung. Steine mit Löchern, natürlichen oder auch künstlich hergestellten, verleihen der Lanze, deren Spitze in das Loch gesteckt wird, Kraft und Treffsicherheit, wobei vermutlich gedacht wird, dass die Härte des Steins die hölzerne Lanze stärken soll. Dass unter diesen Steinen auch solche, die, annähernd wie Geschlechtsteile gestaltet, zu Liebeszaubern geeignet erscheinen, nicht fehlen werden, ist selbstverständlich. Höchst interessant ist die Beobachtung von *Leenhardt,* dass Stücke von Ammoniten als für den Krebsfang nützlich angesehen werden, weil deren Rippen ungefähr an die Gliederung des Krebsschwanzes erinnern und dass fossile Muscheln als die Ausbeute von Schaltieren befördernd angesehen und verehrt werden.

Man kann somit sagen, dass ungefähr jeder auffallend geformte Stein dem Caledonier als etwas mit besonderen Kräften begabtes erscheint, wobei gedacht wird, dass solche Gebilde von Dämonen oder Ahnengeistern hergestellt und von diesen dem glücklichen Finder übermittelt worden sind. Die mit diesen Steinen ausgeführten Zauberhandlungen werden denn auch unter Anrufung der Ahnengeister und Darbietung von Opfergaben an den heiligen Stätten in der Nähe der Schädel (siehe darüber unten) vorgenommen; manche Steine werden auch an diesen Orten aufbewahrt.

Nun trifft man bekanntlich in sehr vielen prähistorischen Stationen, vornehmlich in denen des Magdalénien, sowohl Versteinerungen, Ammoniten, Muscheln u. s. w., als auch seltsam geformte oder durch Material und Farbe auffallende Steine an, nicht selten auch Rollkiesel mit natürlicher Durchlochung. Nach Analogie mit den neucaledonischen Verhältnissen ist es mehr als wahrscheinlich, dass diese Fossilien und fremdartig geformten oder gefärbten Steine von den Leuten nicht nur, wie dies meist so aufgefasst wird, als Kuriositäten oder zu Schmuckzwecken gesammelt worden sind, sondern dass ihnen zugeschriebene, übernatürliche Kräfte den Grund zu ihrer Aufbewahrung gebildet haben, weshalb man sie wohl ohne Bedenken als „Zaubersteine“ bezeichnen darf. Über die grosse Verbreitung von fossilen Mollusken in Höhlen des französischen Palaeolithikums mag man *P. Fischer's*, 7, Zusammenstellung konsultieren.



Fig. 11.

Pfahl mit einer Reihe von Cupulae, getötete Feinde markierend. Länge des Pfahles 2 m 35.

4. *Cupulae.* Als einen Beitrag zur Bedeutung der prähistorisch weitverbreiteten Cupulae bilde ich in Fig. 11 einen geschnitzten, 2,35 m langen Pfahl ab, der in einer Reihe 45 sorgfältig ausgeführte, dicht aufeinander folgende, scharfrandige Bohrlöcher zeigt; 3 bis 4 weitere am unteren Ende sind durch Verwitterung verdorben. Das Stück stammt aus einem Dörfchen des unteren Houaïlou-Tales, und nach Angabe sollen diese Gruben die Zahl der Feinde bedeuten, welche der Grossvater des jetzigen Dorfoberhauptes, ein besonders grosser und gefürchteter Krieger, zu Fall gebracht hat. Die Gruben, die man wohl ohne Bedenken als Cupulae bezeichnen darf, werden somit von den Leuten als Erinnerungsmarken angesehen, wie die Kerben mancher Kerbhölzer. Kerben wurden in Caledonien gleichfalls angewandt, um die Zahl getöteter Feinde festzuhalten. Einen alten Hüttenpfahl mit 19 Kerben von dieser Bedeutung, ein Menschen-Kerbholz also, sah ich in einem Dorfe oberhalb von Kanala. *Pionnier,* 15, tut dieser Sitte gleichfalls Erwähnung und berichtet von einem Fall, wo die Zahl der von einem einzigen Krieger erlegten und mittelst Kerben an einem Baumstamm markierten Feinde 76 betragen habe. Cupulae und Kerben würden also in Caledonien dieselbe Bedeutung als Zählmarken besitzen.

5. *Bestattung in Hockerstellung.* Unter den mancherlei Bestattungsweisen, die in Neu-Caledonien gebräuchlich waren, bevor durch die europäische Verwaltung eine regelrechte Beerdigung vorgeschrieben worden ist, die weitaus am meisten angewandte war die Unterbringung der in Matten oder in Baststoff gewickelten Leichen in Felsspalten und Grotten, wo sie dann ohne Bedeckung mit Erde der Verwesung überlassen worden sind. Es ist auch heute trotz den Vorschriften der Regierung diese Sitte an abgelegenen Orten noch nicht ganz verschwunden. Wenn es sich um Leute von Stellung handelte, wurde zuweilen die Leiche auf Steinplatten gelegt und von solchen eingefasst oder es wurde die Felsnische nach aussen mit Steinen abgeschlossen, während an den Bestattungsorten der gewöhnlichen Leute, namentlich auch an denen von Frauen, die Reste zahlreicher Skelette oft

unordentlich über und neben einander liegen. An den isolierten Skeletten liess sich leicht konstatieren, dass die Leichen in Hockerstellung waren gebracht worden, mit auf die Brust hochgezogenen Knieen; zuweilen fanden sich auch noch die Kokosstricke, welche zur Verschnürung der Leiche gedient hatten. In neuerer Zeit ist es nicht gerade selten, dass europäische Koffer zur Aufnahme von Hockerleichen verwendet werden; so entdeckten wir auf dem Inselchen Ouédjo bei Hienghène in einer Felsenspalte einen Holzkoffer mit Schloss, der ein männliches Skelett in Hockstellung barg.

Auf den Loyalty-Inseln wurden die Toten gleichfalls in Felsspalten und in Grotten untergebracht, teils einzeln in Nischen und teils in Massengräbern. Wo ich die Lage der Leichen noch feststellen konnte, war sie eine ausgestreckte, doch muss daneben auch Hockerbestattung vorgekommen sein, wie mir der Grand-Chef Clément auf Lifou mitgeteilt hat. Auf meine Frage, weshalb man Leichen in Hockerstellung versetzt habe, antwortete er ohne Zögern: „Aus Furcht vor der Wiederkehr der Toten.“ Diese Auskunft ist ein gewichtiges Zeugnis mehr zu den vielen, welche *R. Andree,* 1, aus den verschiedensten Teilen der Welt zusammengetragen hat und die übereinstimmend erweisen, dass die Angst vor der Wiederkehr der Toten und vor gefährlichen Wirkungen von ihrer Seite auf die Überlebenden die Veranlassung gewesen ist, die Leichen durch Knebelung unschädlich zu machen und in Hockerstellung zu versetzen.

6. *Schädelaltäre.* In Neu-Caledonien bestand und besteht vermutlich teilweise noch heute die Sitte, von der verwesenden oder bereits ganz verwesten Leiche den Schädel, bald mit, bald ohne seinen Unterkiefer zu entfernen und an einem besonderen Orte aufzubewahren. Diese Schädelstätten sind geschützte Felsenspalten oder auch eigentliche Grotten, in denen die Schädel, meist auf Steinplatten gelagert, neben einander hingereiht werden. Es sind indessen lange nicht alle Schädel auf diese Weise behandelt worden, denn an den Bestattungsorten trifft man sehr viele Skelette an, denen der Schädel keineswegs abhanden gekommen ist; vornehmlich scheinen es die Stammeshäupter und andere zu ihren Lebzeiten hervorragende Persönlichkeiten zu sein, denen diese Auszeichnung zuteil wurde oder auch noch wird, weshalb manche Schädelrepositorien nur männliche Cranien enthalten. Es gibt aber auch solche, wo die Schädel familienweise, Männer, Frauen und Kinder, bei einander ruhen; öfters findet man auch nur einen einzelnen Schädel in einer Felsspalte oder Nische aufgestellt.

Diese Schädelstätten darf man füglich als Altäre bezeichnen, denn an diesen Orten wird die Hilfe der Ahnengeister, die eine sehr hohe Verehrung geniessen, angerufen; es sind Stätten des Ahnenkults, deren Betreten für alle nicht hiezu Befugten mit Tabu belegt

ist. Die Geister der Verstorbenen, namentlich diejenigen grosser Häuptlinge und renommierter Zauberer, haben nach caledonischem Glauben einen mächtigen Einfluss auf das Wohl und Wehe eines Stammes, und da sie als besonders wirksam gedacht werden in der Nähe ihrer Schädel, wird an diesen Orten um ihre Hilfe gebeten, wie wir oben schon gesehen haben, dass die vielen Zauberhandlungen erst ihre Kraft durch Vermittlung der Ahnengeister erhalten. Bei besonders feierlichen Handlungen werden nach *Lambert,* 9, p. 203, die Gesichtsteile der Schädel mit schwarzer Farbe beschmiert — schwarz ist die caledonische Zeremonialfarbe — und die Schädel mit einem



Fig. 12.

Schädelaltar in der Gegend von Kanala.

Kopfschmuck aus Federn versehen, all dies, um die Geister günstig zu stimmen.

Ein typisches Beispiel eines solchen Schädelaltars ist in Fig. 12 abgebildet. Eingeborene des Dörfchens Kouiné, oberhalb von Kanala, führten uns zur Stelle, nachdem wir versprochen, die Schädel nicht zu berühren. Die heilige Stätte lag in einer völlig menschenleeren Gestrüppwildnis, hoch oben an einem Berghang. In einer zwischen zwei Felsblöcken horizontal sich öffnenden Spalte war mit Hilfe hingelegter Steinplatten ein ebener Platz hergerichtet worden; auf diesem waren acht Schädel in einer Reihe angeordnet, die meisten mit ihren Unterkiefern, einige auch ohne solche; ein zerbrochener Kinder-

schädel lag davor. Auf einem Felsblock (rechts im Bilde) waren Opfergaben hingelegt, in Strohbündel eingewickelte Ignamenwurzeln. Die acht Schädel schienen lauter männliche zu sein; nach Angabe gehörten sie Oberhäuptern des Dorfes Kouiné an.

Ähnliche Schädelaltäre habe ich noch an mehreren anderen Orten beobachtet, so bei Tao, wo 10 Schädel in einer Reihe aufgestellt waren, darunter auch der eines Kindes, ferner in einem Felsen bei Hienghène, wo sich kleinere Reihen von 2 bis zu 5 Schädeln, auf Steinplatten gelegt, in Nischen fanden u. s. w. Auch auf der Loyalty-Insel Ouvéa habe ich in einer kleinen Grotte 8 Schädel und zwar alle ohne Unterkiefer neben einander aufgereiht gesehen.



Fig. 13.

Die grössere Schädelgruppe aus der Ofnet-Höhle, nach *R. R. Schmidt*, 24, Taf. XIV.

Wenn wir uns nach Analogieen zu diesen Schädelkultstätten in der europäischen Prähistorie umschauen, so drängt sich in erster Linie der Vergleich mit den von *R. R. Schmidt*, 24, entdeckten und beschriebenen Schädelgruppen in der grossen Ofnet-Höhle am Rande der Riesebene an der Grenze von Bayern und Württemberg auf. Hier fanden sich, p. 36 ff., in kreisförmigen Nestern zwei dicht gedrängte Schädelgruppen, die eine aus 27, die andere aus 6 Schädeln bestehend, Fig. 13.

Alle Schädel besassen ihre Unterkiefer und eine wechselnde Zahl anhängender Wirbel. Schnittspuren an diesen letzteren zeigten, dass die Köpfe noch vor der völligen Verwesung von der Leiche abge-

trennt worden sind, während der Caledonier diesen Zeitpunkt abwartet, um den Schädel zu entfernen. Auf Celebes, wo zur Feier des Totenfestes vor der endgiltigen Beisetzung in Höhlen oder Felsspalten die Leichen wieder aus ihrem vorläufigen Bestattungsort hervorgeholt und dann die Knochen gereinigt werden, wird der Schädel ebenfalls häufig sehr roh vom übrigen Skelett getrennt. Schädel, die wir einer Totenhöhle am Strand von Süd-Celebes entnahmen, zeigten alle ein künstlich erweitertes Hinterhauptsloch oder auch die ganze Hinterhauptspartie weggeschlagen, offenbar, um das noch nicht verweste Gehirn zu entfernen, siehe *F. Sarasin,* 18, p. 23 ff. Ein Schädelkult findet aber in Celebes nach Ablauf des Totenfestes nicht statt.

Die Ofnet-Schädel waren trotz ihrer kreisförmigen Anordnung sämtlich nach Westen orientiert, reichlich mit Beigaben, wie Hirschzahngehängen und durchbohrten Schneckenschalen, versehen und in eine ockerhaltige Erde eingebettet. Von den 33 Schädeln waren 20 solche von Kindern, 9 weiblich und 4 männlich. Nach *R. R. Schmidt* gehören diese Schädelgruppen dem Azilien, also dem Ende des Palaeolithikums oder dem Übergangszeitalter, an.

Es besteht für mich kein Zweifel, dass es sich in der Ofnet-Höhle um Schädelaltäre, den caledonischen entsprechend, handelt, wenn auch gewisse Unterschiede nicht übersehen werden dürfen. Von diesen scheint mir unwesentlich, dass die Schädel im Ofnet in Kreisen angeordnet sind, die caledonischen dagegen in Reihen, denn auch die ersteren schauen alle nach einer Seite und zwar, wie schon erwähnt, nach Westen. In Caledonien blicken die Schädel stets aus den Spalten heraus ins Freie; indessen habe ich nicht darauf geachtet, ob die zur Aufstellung der Schädel gewählten Felsnischen selbst eine bestimmte Richtung haben, was zwar nicht unmöglich, aber wenig wahrscheinlich ist. Im Ofnet sind die meisten Cranien kindliche oder weibliche, in Caledonien vorwiegend männliche; indessen wird man sicher annehmen dürfen, dass in der ersteren Gegend Depositorien männlicher Schädel noch zu finden sein werden. Etwas wesentlicher scheint mir der Unterschied zu sein, dass die Ofnet-Schädel offenbar von Anfang an, wenn auch gewiss nur ganz untief, in eine ockerhaltige Erde eingebettet worden sind, während die caledonischen frei aufgestellt und erst allmählich, wenn die Felsspalten sich mit Erde füllen, eingedeckt werden. Trotzdem ist die Übereinstimmung beider Erscheinungen eine überraschende, und *R. R. Schmidt,* dem ich die Photographie des caledonischen Schädelaltars zusandte, schrieb mir darüber, dass er aus dem Bereich der Ethnologie seines Wissens die schönste Parallele zu den Ofnet-Funden darbiete. Wir dürfen somit, wie ich glaube, unbedenklich die Schädelgruppen des Ofnet als Stätten des

Ahnenkults auffassen. *Schmidt* hat weiter eine Reihe von Fällen zusammengestellt, aus denen hervorgeht, dass schon im frühen Magdalénien Isolierung des Schädels und selbst Aufstellung auf Steinplatten vorgekommen ist (vergleiche hiezu auch *Breuil*, 2).

7. *Trepanation* wird auf den Loyalty-Inseln, speziell auf Ouvéa, nach Aussage der Leute nicht selten ausgeübt, namentlich in Fällen, wo durch herabgefallene Kokosnüsse der Schädel verletzt worden ist. Ein europäischer Augenzeuge hat mir die Prozedur folgendermassen beschrieben: An der verletzten Schädelstelle wurde die Haut im Kreuz gespalten und zurückgeschlagen, dann der Schädel mit einer scharfen Flaschenscherbe, unter beständigem Auftropfen von Wasser, geschabt, bis in der rundlichen, mit gesundem Rand versehenen Öffnung das Gehirn sichtbar war. Hierauf wurde ein der Grösse der hergestellten Öffnung entsprechendes Stück der Schale einer Kokosnuss rein geschabt und eingesetzt und endlich die Haut wieder zurückgeschlagen. Bei einer am Hinterkopf trepanierten Frau von Ouvéa konnte ich die Stelle trotz des eingesetzten Kokosscheibchens mit dem Finger als eine etwa Pfennig-grosse, leichte Einsenkung fühlen. Ein Mann von Ouvéa soll an fünf Stellen auf diese Weise trepaniert worden sein.

Ich habe auch das gesammelte Schädelmaterial auf diese Erscheinung durchgesehen. Von meinen über 60 Loyalty-Schädeln zeigte keiner eine unzweifelhafte Trepanationsöffnung, wohl aber 2 (von über 150) caledonische Cranien. Beim einen mass die ovale Öffnung 45 auf 35 mm, beim anderen die mehr rundlich geformte 35 mm. Die Verletzungen sind hier vielleicht auf Schleudersteine zurückzuführen. Es ist möglich, dass auf Ouvéa diese Sitte erst neuerdings übernommen worden ist.

Im europäischen, besonders im französischen Neolithikum war bekanntlich Trepanation sehr verbreitet. Vielleicht wirft der Gebrauch eines Scheibchens von Kokosschale zum Decken der Öffnung im Schädel, wie er auf Ouvéa sich findet, einiges Licht auf die sogenannten „Rondelles craniennes“, die sehr häufig in französischen neolithischen Bestattungsorten, Grotten und Dolmen, neben trepanierten Cranien angetroffen werden; ich habe ein solches Stück auch im Dolmengrab bei Aesch, 19, gefunden. Es sind dies aus Schädeln Verstorbener herausgeschnittene Scheibchen, siehe *Déchelette*, 5, p. 478, oder auch Stücke von mehr unregelmässiger Gestalt. Ich halte es für möglich, dass dies die Deckplättchen für Trepanationsöffnungen gewesen sind. Dass manche durchbohrt sind und daher vielleicht nach dem Tode des Trepanierten zur Erinnerung oder als Amulette aufbewahrt wurden, wäre an sich nicht wunderbar. Es ist aber auch möglich, dass man absichtlich durchlochte Plättchen einsetzte, um irgend einem angenommenen, schädlichen Prinzip einen

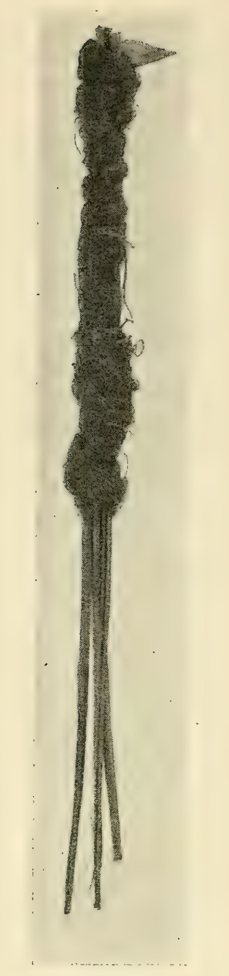


Fig. 14.
Aderlassgerät von Maré.
Länge 13 cm.

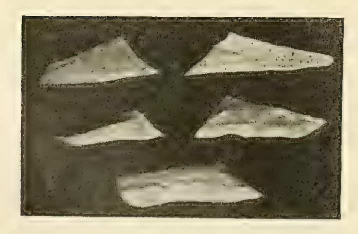


Fig. 15.
Tardenoisien-Formen aus der Höhle Birseck. $\frac{4}{5}$.

Ausweg offen zu lassen. Manche dieser „Rondelles" zeigen verheilte Spuren früherer Trepanation. Man hätte also vielleicht mit Vorliebe solche Schädelteile zum Decken der Öffnung verwandt, möglicherweise im Glauben, dass sie die Heilung befördern.

8. *Aderlassgerät von Maré.* Die Bewohner Neu-Caledoniens und der nahen Loyalty-Inseln huldigen reichlich dem Aderlass und dem Skarifizieren, wie übrigens viele andere primitive Völker. Diese Eingriffe werden entweder mit einfachen Glas- oder Quarzsplittern ohne Fassung ausgeführt, oder es dienen hiezu besondere Geräte, wie ich nebenstehend in Fig. 14 ein Aderlassinstrument von der Loyalty-Insel Maré abbilde. Die Spitze wird auf die Haut aufgesetzt und dann ein Schlag auf den Rücken des Gerätes ausgeführt. Die feine Klinge besteht aus Glas, worin wir ohne Zweifel ein modernes Surrogat für Stein zu sehen haben. Die Spitze der Glasklinge ist durch eine einseitige Abschrägung hergestellt worden, daher nicht zentral liegend, sondern einer Längskante aufgesetzt; die gegenüberliegende Längskante, auf dem Bilde die obere, weist einige Retuschen auf, Einkerbungen, offenbar zum Zwecke angebracht, der Fassung besseren Halt zu geben. Diese besteht sehr einfach aus zwei um die Klinge herumgeknickten Binsenstengeln, die durch eine Schnurbindung zusammengehalten werden.

Es ist nun sehr auffallend, wie diese Glasklinge in ihrem ganzen Habitus gewissen dreiseitigen Miniatursilexen gleicht, die man als Tardenoisien-Formen bezeichnet. Die hier, Fig. 15, abgebildeten stammen aus

dem Magdalénien der Birseckerhöhle, wo sie in ganz kleiner Zahl als seltene Vorläufer der Tardenoisien-Geräte sich gefunden haben. Das Tardenoisien, dem solche geometrische Kleinklingen in Masse und in weitester geographischer Verbreitung angehören, wird zur Übergangszeit des Palaeo- zum Neolithikum oder zum älteren Neolithikum gerechnet, ja von einigen bis ins mittlere Neolithikum und noch weiter hinaufgeführt (siehe darüber *Coutil,* 4).

A. de Mortillet, 14, der diesen Mikrogeräten eine eigene Abhandlung gewidmet hat, stellte eine Reihe von Hypothesen über den Zweck derselben zusammen. Nach der einen sind es Pfeilspitzen; nach anderen dienten sie zum Spicken von Holzkeulen und Lanzen; wieder andere sahen darin Angelhaken oder Geräte für feine Arbeiten oder endlich Instrumente für Aderlass, zum Skarifizieren und Tätowieren. Diese letztere Hypothese hat *E. de Pierpont* aufgestellt (zitiert nach *Mortillet,* p. 401); sie erhält durch das Gerät von Maré eine höchst bedeutsame Stütze.

Gegen eine solche Auffassung der zwerghaften Silexgeräte des Tardenoisien als chirurgische Instrumente könnte die grosse Menge, in der sie an einzelnen Lokalitäten auftreten, geltend gemacht werden. Allein auch hiefür gibt es Parallelerscheinungen bei Naturvölkern. Nach *Man,* 12, p. 379, verwenden die Bewohner der Andaman-Inseln Späne und Splitter von Quarz und Bergkristall zum Rasieren, Tätowieren und Skarifizieren; diese werden, p. 380, nie mehr als einmal gebraucht, und zwar meist mehrere bei jeder Operation. Man wirft sie dann auf einen Abfallhaufen, damit sie niemanden beim Darauftreten verletzen. Darin könnte sehr wohl eine Erklärung für die Massenhaftigkeit des Vorkommens von Tardenoisien-Geräten an einzelnen Fundstellen liegen. Diese Orte sind häufig Freilandstationen in der Nähe des Meeres oder von Flüssen, Teichen und Quellen. Sollten dies nicht Stätten sein, an denen religiöse Zeremonien, Jünglingsweihen, Beschneidungsfeste und dergleichen abgehalten worden sind? Bei solchen Anlässen werden beispielsweise in Australien massenhaft Einschnitte in verschiedene Körperteile mit Steinmessern gemacht. Diese Erklärung würde auch die Tatsache verständlich machen, dass häufig nur ganz wenige oder auch gar keine anderen Geräte mit den geometrischen Mikrolithen zusammen gefunden werden, und doch ist es ganz ausgeschlossen, dass diese Zwergsilexe das einzige Gerätinventar irgend einer Periode könnten gebildet haben. Ich glaube daher, dass, wo sie in Höhlen massenweise vorkommen, wir eine Werkstätte vermuten dürfen, wo aber, wie es die Regel ist, auf offenem Lande, einen Zeremonial- oder Festplatz. Damit würde auch der Begriff des Tardenoisien, als einer eigenen Kulturepoche von zwerghaften Geräten, dahinfallen, wie schon die

vielen verschiedenen Bezeichnungen, welche dieser Periode beigelegt worden sind — *Coutil,* 4, gibt hiefür nicht weniger als 8 Namen an — deutlich für ihre Zweifelhaftigkeit Zeugnis ablegen. Die kleinen geometrischen Geräte sind vielmehr nach meiner Meinung bloss anzusehen als der Ausdruck religiöser oder zeremonieller Betätigung während einer sehr langen Periode, durch das Mesolithikum bis tief ins Neolithikum hinein. Ihre Seltenheit im Magdalénien und im Aurignacien scheint mir anzuzeigen, dass sie damals noch nicht zu rituellen Zwecken, sondern bloss zu praktisch chirurgischen verwendet worden sind.

9. *Gebrauch von Muschel- und Schneckenschalen.* Trotz den eingeführten europäischen Gerätschaften finden Muschelschalen immer

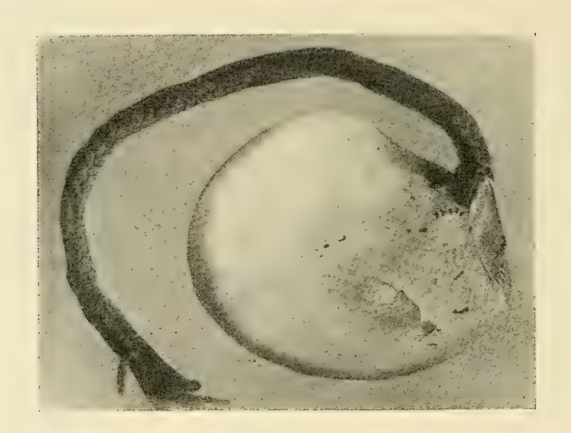


Fig. 16.

Messer aus der Schale der Meleagrina margaritifera L. $\frac{1}{3}$.

noch im Haushalt der Neu-Caledonier und der Loyalty-Insulaner zu allen möglichen Zwecken Verwendung und zwar grossenteils ohne jede vorhergehende Zurichtung. Sie werden gebraucht zum Reinigen der Ignamenwurzeln und Taroknollen von anhaftender Erde, zum Schaben des Kokosnusskerns, zum Glätten und Geradestrecken der Pandanusblattstreifen, die zum Flechten von Matten und Körben dienen sollen, zum Reinigen der Kokosnussfasern für die Schnur- und Seilfabrikation und vermutlich noch zu vielen anderen Zwecken, die mir unbekannt geblieben sind. Es dienen hiefür Schalen der verschiedensten Art aus den Gattungen Arca, Cardium, Lucina, Mytilus, Pecten, Patella, Tellina, Venus und anderen mehr. Auch Landschnecken aus des Placostylus-Gruppe werden gebraucht, um mittelst ihres dicken Mundrandes Pandanusstreifen zu glätten.

Den meisten dieser Schalen sieht man es kaum oder gar nicht an, dass sie zu irgend welchen Zwecken gedient haben; erst durch längeren Gebrauch wird ihr Rand mehr oder weniger stark abgeschliffen oder auch ausgesplittert. In europäischen prähistorischen Stationen würden solche Schalen sicherlich als Schmuckstücke oder in der Nähe des Meeres als Nahrungsabfälle angesehen werden, wobei man aber übersieht, dass für den primitiven Menschen die Muschelschale ein wahres Universalinstrument darstellt. In unserer Arbeit

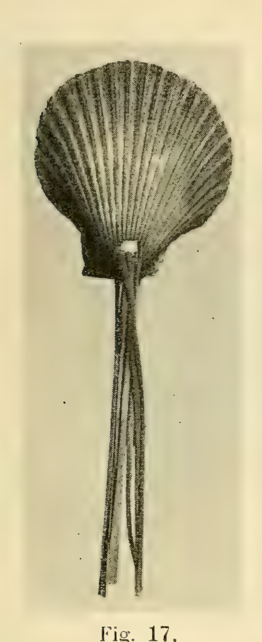


Fig. 17.

Durchbohrte Pectenschale, als Schaber gebraucht. ca $\frac{2}{3}$.



Fig. 18.

Pecten-Schaber mit Handgriff. ca. $\frac{1}{2}$.

über die Steinzeit von Ceylon ist, 23, p. 69 ff., eine Zusammenstellung des Gebrauchs von Muschelschalen bei verschiedenen Völkern gegeben worden; vieles hierüber findet man auch in einer für den Prähistoriker wichtigen Arbeit des vortrefflichen Molluskenkenners, *Ed. von Martens:* Über verschiedene Verwendungen von Conchylien, 13.

Unzweifelhaft wird der absichtliche Gebrauch von Molluskenschalen durch den Menschen, wenn eine Durchbohrung vorhanden ist, aber auch dann noch ist es unrichtig, ohne weiteres, wie dies stets geschieht, auf Schmuckgegenstände zu schliessen. In vielen Fällen ist

dies zwar sicherlich der Fall. In Caledonien z. B. wird die weisse Ovulaschale an einer braunroten Schnur aus Pteropuswolle einzeln am Handgelenk getragen oder auch in Mehrzahl zu Stirnbändern aufgereiht; als Knie- oder Wadenschmuck dienen weisse, durchbohrte Cypraeen, als Stirnschmuck von Häuptlingen (jetzt nicht mehr) eine grosse Doliumschale, als Gürtelschmuck Triton variegatus Lam. u. s. w. Kleinere Arten werden durchbohrt und in grosser Zahl zu Halsbändern aufgereiht oder als Dekoration an den aus feinen Schneckenquerschnitten hergestellten Geldschnüren befestigt. Als Schmuck zwar nicht des Körpers, sondern der geschnitzten Aufsätze des Hüttendachs, werden durchbohrte, mächtige Tritonshörner und grosse Murexschalen, seltener solche von Ovula verwandt.

Eine Durchbohrung nicht zu Schmuckzwecken, sondern zur Befestigung einer Wollschnur, zeigen die schönen, runden oder ovalen,

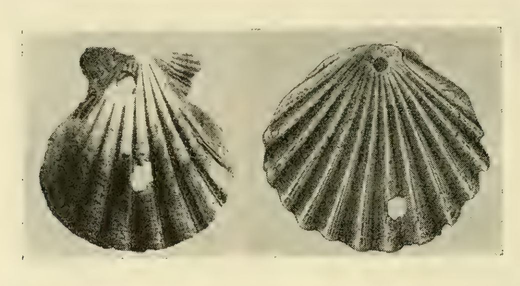


Fig. 19. Doppelt durchbohrte Pecten-Schale. $\frac{2}{3}$.

Fig. 20 Pecten jacobaeus L. aus der Höhle Mas d'Azil. $\frac{1}{3}$.

aus der Schale der Meleagrina margaritifera L. hergestellten Messer, Fig. 16, welche früher — jetzt hat das Eisenmesser sie verdrängt — zum Zerschneiden der Wurzelknollen gedient haben. Noch in Gebrauch, und zwar als Schaber, sind Pectenschalen mit einem rundlichen Loch in der Nähe des Schlossrandes. Durch dieses Loch werden einige Grashalme durchgezogen und umgeknickt, um ein bequemeres Anfassen zu ermöglichen, Fig. 17; auch ein Tuchstreifen kann demselben Zwecke dienen oder endlich wird mit Hilfe des Loches die Muschel mit einem eigentlichen Handgriff aus Grashalmen versehen, Fig. 18. Diese Pectenschaber dienen unter anderem dazu, die Frucht einer Liane ,,Dima", nachdem sie gekocht worden ist, in nudelartige Streifchen zu zerlegen; die Schale wird dabei so gehalten, dass die Aussenseite nach oben sieht; die Rillen des Schalenrandes ergeben die gewünschten ,,Nudeln". Offenbar um der Handhabe eine grössere Festigkeit zu verleihen, werden zuweilen zwei Löcher über einander in der Schale angebracht, Fig. 19; man ver-

gleiche damit die auf genau dieselbe Weise behandelte Schale eines Pecten jacobaeus L. aus frühpalaeolithischen Schichten der Höhle von Mas d'Azil, Fig. 20, nach *H. Fischer,* 6, p. 642.

Bei Grabungen in caledonischen Höhlen und an Stellen alter Siedelungen fand ich auch andere Muscheln, namentlich Arca, mit einem Loch in der Nähe des Wirbels versehen. Die sehr starke Abnützung des Schalenrandes einiger dieser Stücke lehrt, dass sie als Schaber für grobe Zwecke, vielleicht für Holzarbeiten, gedient hatten. Auch in Australien kommen nach *Roth* (siehe 23, p. 71) in Handgriffe gefasste Muscheln, Tellina, vor, um Skarifikationen damit auszuführen.

Eine weitere Reihe von Mollusken mit künstlich hergestelltem Loch bilden die „Hobelschnecken". Hiefür werden in Caledonien mit

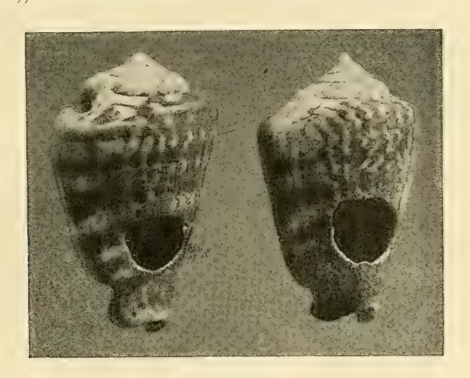


Fig. 21.

Strombus luhuanus L., als Hobel dienend. $\frac{2}{3}$.

Vorliebe die Schalen von Strombus luhuanus L. (bestimmt von Dr. *G. Bollinger*) verwandt, Fig. 21. Man sammelt die lebende Schnecke, kocht sie, zieht das Tier heraus und schlägt dann mit Steinen oder mit Holz auf der letzten Windung ein ovales oder rundliches Loch in die Schale. Der scharfe Rand dieses Loches dient als Hobel zum Glätten von Holz, z. B. von Speerschäften und Bogen, auch zum Reinigen von Wurzelfrüchten. Beim Gebrauch wird die Schale so in der Hand gehalten, dass ihr Apex nach hinten schaut. Zu gleichen Zwecken dienen und zwar namentlich auf den Loyalty-Inseln Landschneckenschalen aus der Gattung Placostylus, Fig. 22.

Die Sitte, Schnecken-, seltener Muschelschalen mit künstlich hergestellten Löchern als Hobel zu verwenden, ist weit verbreitet. Wir haben seinerzeit solche Schneckenhobel, aus der starken Schale der Helix (Acavus) phoenix Pfr. hergestellt, in grosser Zahl in den Weddahöhlen von Ceylon, begleitet von Steingeräten, gefunden, 23,

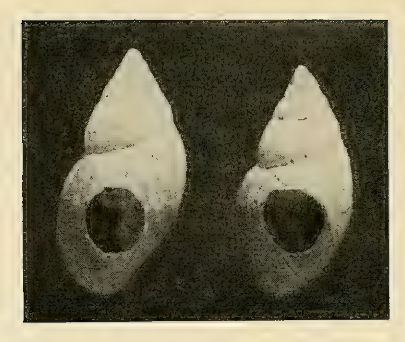


Fig. 22.
Placostylus-Hobel. ca. ½.

p. 66 ff., Taf. IX. In der eben zitierten Arbeit ist auch die Verbreitung dieses primitiven Gerätes angegeben worden, worauf hiemit verwiesen sei. Neuerdings hat mir Dr. *Felix Speiser* mitgeteilt, dass solche Hobel auch auf den Neuen Hebriden in Gebrauch seien. Es wäre wunderbar, wenn sie in der europäischen Urgeschichte sich nicht würden nachweisen lassen.

Noch sei, als zum Gebrauch von Molluskenschalen gehörig, beigefügt, dass auf der Loyalty-Insel Maré der dicke Mundrand einer Placostylus-Schale verwendet wird, um daraus Angelhaken zurecht zu schleifen, Fig. 23. Ferner muss noch die Beschwerung der Fischnetze mit durchbohrten Muschel- oder Schneckenschalen erwähnt sein. Ich habe zwar, wohl zufällig, diesen Gebrauch in Caledonien nicht beobachtet; er ist aber in Nachbargebieten, wie z. B. in Neu-Guinea, sehr verbreitet.

Damit schliesse ich diese kurzen Notizen ab. Mögen sie dazu dienen, dass die reisenden Ethnologen mehr, als es bisher geschehen, ihr Augenmerk auf ergologische Parallelen zwischen primitiven Völkern und unseren eigenen Palaeo- und Neolithikern richten. Es ist von dieser Seite ohne jeden Zweifel noch sehr viel zur Erhellung unserer Urgeschichte zu erwarten.

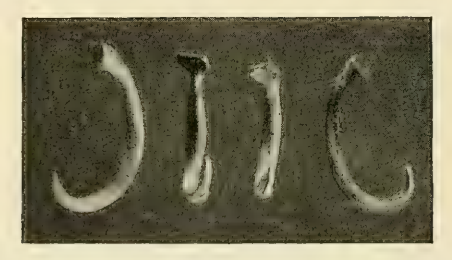


Fig. 23.
Angelhaken aus dem Mündungsrand einer Placostylus-Schale. ⅔.

Literaturverzeichnis.

1. *Andree, R.* Ethnologische Betrachtungen über Hockerbestattung, Archiv f. Anthropologie, Neue Folge, 6, 1907.
2. *Breuil, H. l'Abbé.* Le Gisement quaternaire d'Ofnet (Bavière) et sa sépulture mésolithique, L'Anthropologie, 20, 1909.
3. *Cook, A. B.* Les Galets peints du Mas d'Azil, L'Anthropologie, 14, 1903.
4. *Coutil, L.* Tardenoisien, Captien, Gétulien etc., Compte Rendu de la XIVme session du Congrès Internat. d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques, Genève, 1912, 1, Genève, 1913.
5. *Déchelette, J.* Manuel d'Archéologie Préhistorique, Paris, 1, 1908.
6. *Fischer, H.* Note sur les Coquilles récoltées par M. E. Piette dans la Grotte du Mas-d'Azil, L'Anthropologie, 7, 1896.
7. *Fischer, P.* Sur les Coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du Midi de la France et de la Ligurie, Bull. de la Soc. Géol. de France, (3), 4, 1875—76.
8. *Hoernes, M.* Natur- und Urgeschichte des Menschen, Wien u. Leipzig, 2, 1909.
9. *Lambert le Père.* Mœurs et Superstitions des Néo-Calédoniens, Nouméa, 1900.
10. *Leenhardt, M.* Notes sur quelques Pierres-Figures rapportées de Nouvelle-Calédonie, Revue de l'Ecole d'Anthropologie de Paris, 19, 1909.
11. *Lemire, Ch.* Voyage à Pied en Nouvelle-Calédonie, Paris, 1884.
12. *Man, E. H.* On the aboriginal Inhabitants of the Andaman-Islands, The Journal of the Anthrop. Inst. of Great Britain and Ireland, 12, 1883.
13. *Martens, E. von.* Über verschiedene Verwendungen von Conchylien, Zeitschrift f. Ethnologie, 4, 1872.
14. *Mortillet, A de.* Les petits Silex taillés à contours géométriques, Revue de l'Ecole d'Anthr. de Paris, 6, 1896.
15. *Pionnier, R. P.* Une page de l'Histoire des Temps héroïques de la Mission de Calédonie, Lyon-Paris, 1911.
16. *Piroutet, M.* En Nouvelle Calédonie, L'Anthropologie, 20, 1909.
17. *Rütimeyer. L.* Über einige archaistische Gerätschaften und Gebräuche im Kanton Wallis und ihre prähistorischen und ethnographischen Parallelen, Schweiz. Archiv f. Volkskunde, 20, 1916.
18. *Sarasin, F.* Versuch einer Anthropologie der Insel Celebes, zweiter Teil: Die Varietäten des Menschen auf Celebes, Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes, 5, II. Teil, Wiesbaden, 1906.
19. — Das steinzeitliche Dolmengrab bei Aesch unweit Basel, Verhandl. der Naturforsch. Ges. in Basel, 21, 1910.
20. *Sarasin, P.* Über die Fehlerquellen in der Beurteilung der Eolithen, ibid., 22, 1911.
21. — Über Mousteriolithen, ibid., 23, 1912.
22. *Sarasin, P. u. F.* Über den Zweck der Pfahlbauten, Globus, 72, 1897.
23. — Die Steinzeit auf Ceylon, Ergebnisse naturwiss. Forschungen auf Ceylon, Wiesbaden, 4, 1908.
24. *Schmidt, R. R.* Die diluviale Vorzeit Deutschlands, Stuttgart, 1912.

Manuskript eingegangen 17. Okt. 1916.

Die Tierwelt der Umgebung von Basel nach neueren Forschungen.

Von

F. Zschokke.

Die Zoologische Anstalt der Universität Basel hat sich seit einer Reihe von Jahren die wissenschaftliche Aufgabe gestellt, die Fauna der weitern Umgebung der Stadt zu erforschen. Dabei war das zu erstrebende Ziel von Anfang an klargelegt. Es galt nicht blosse Tierinventare aufzustellen. Vielmehr sollten die Faktoren aufgedeckt werden, die im Laufe der Erdgeschichte der lokalen Tierwelt ihr Gepräge gegeben haben, und die mannigfaltigen äussern Bedingungen prüfend abgewogen werden, die heute noch die Zusammensetzung und Verteilung der Basler Fauna bestimmen.

So betrachtet bekundet sich die tierische Bevölkerung eines Gebiets nicht als eine starre und unveränderliche Grösse. Sie befindet sich in fortwährendem Fluss, und ihr heutiger Zustand stellt nur ein Durchgangsstadium einer langen Entwicklung dar, die ohne Rast weiterschreitet. Die Richtung und Schnelligkeit des Stroms aber steht unter doppeltem Einfluss, unter der Herrschaft der geologischen Geschichte des Wohnorts und unter dem Druck der momentan wirkenden ökologischen und klimatischen Verhältnisse der Aussenwelt. Vergangenheit und Gegenwart irgend eines Erdabschnitts bestimmen die Zukunft seiner Tierwelt.

In einem gedankenreichen Aufsatz hat *Richard Hesse* (25) jüngst die Gleichberechtigung historischer und ökologischer Betrachtungsweise tiergeographischer Probleme betont. Besonders weist der Autor auf die Notwendigkeit hin, die Tierwelt als eine Funktion — im mathematischen Sinne — des bewohnten Gebiets zu erkennen, „als einen charakteristischen Teil der Landschaft". Er erinnert an den Satz *Sempers:* „Soll die Tiergeographie wirklich zu einer erkennenden und nicht bloss erzählenden Abteilung der Zoologie werden, so hat sie unbedingt die Wechselbeziehungen zwischen den Tieren und ihren Existenzbedingungen zu erforschen."

Zur doppelt prüfenden Analyse eignet sich die Basler Fauna in hervorragendem Masse; denn ihr Wohnraum ist reich an ökologischen Gegensätzen, und seine geologische Geschichte stand unter dem Zeichen mannigfaltigen Wechsels.

In einer für die Mitglieder der 1911 in Basel tagenden Deutschen Zoologischen Gesellschaft bestimmten Veröffentlichung wurde der damalige Stand der Erforschung der Basler Tierwelt in knappen Zügen zusammengefasst. ,,Der grösste Faunengestalter,“ so schloss der Aufsatz, ,,bleibt der geologische und klimatische Wechsel im Lauf der Zeiten und der Wandel der Landschaft.“ Es wurde versucht, die in der Fauna wahrnehmbaren Spuren des diluvialen Vorstoss und Rückzugs der Gletscher aufzudecken und die Tierwellen abzumessen, die postglacial von Süden, Südwesten und Osten her das Land am Oberrhein erreichten und bespülten. Der Einfluss von Wohnort und Klima fand seine Darstellung, und es wurde gezeigt, wie der Mensch und seine Kultur auf den Bestand und die Verteilung der Fauna bereichernd und vernichtend einwirkt. So erschien der circumpolare Grundstock unserer Tierwelt nicht als ein starrer Block, sondern vielmehr als ein plastisches, im Wechsel von Zeit und Ort sich umformendes Gebilde, immer wieder bereit, fremde Einsprengungen aufzunehmen und sich harmonisch einzuverleiben (54). Seit 1911 hat die faunistische Forschung in der Basler Zoologischen Anstalt nicht geruht. Weitere Tiergruppen und besonders neue durch gemeinsamen Wohnort verbundene Tiergesellschaften fanden ihre Bearbeitung. Die geographisch vielsagende Gruppe der Diplopoden wurde untersucht, und die Biocönosen der kühlen Quellen, des unbelichteten Grundwassers und der sonnig-trockenen Südhalden erhielten ihre Darsteller. Daneben ging die Veröffentlichung einer stattlichen Reihe kleinerer faunistisch-biologischer Notizen.

Es lohnt sich daher, die Resultate all dieser Arbeit kritisch zu sichten und das früher entworfene Bild neu auszuführen. Der Rahmen historischer und ökologischer Betrachtung bleibt derselbe; doch spannt er sich weiter und fester. Manche Frage kann heute bestimmter gestellt werden, und manche Antwort fällt genauer und befriedigender aus. Auch diesmal sollen in die Schilderung nur die grossen Richtlinien eingetragen werden; von der oft verwirrenden Fülle der Einzelzüge wurden den Spezialarbeiten einzig die zur Erläuterung der allgemeinen Ergebnisse nötigen Beispiele entnommen. Jede besondere Orientierung über die faunistischen und geographischen Fragen muss die im Literaturverzeichnis zusammengestellten Abhandlungen zu Rate ziehen.

Die Feststellung einer Fauna zeitigt zunächst zwei entgegengesetzte Folgen; beide bedeuten Fortschritte für die Zoogeographie.

Sie reisst durch frühere Untersuchungen geschaffene Schranken der Tierverbreitung nieder und verstärkt und befestigt andere. Für manche Geschöpfe wächst mit der weitergehenden Forschung die Zahl und die Art der bekannten Fundorte; die engen Grenzen des Vorkommens dehnen sich allmählich bis zu kosmopolitischer Erstreckung, und die betreffenden Tiere büssen nicht selten ihre vermeintliche geographische und ökologische Sonderstellung ein. Scheinbar kälteliebende Trümmer der Eiszeitfauna und wärmesuchende Bewohner der Südhalden werden zu überall sich anpassenden Weltbürgern und Ubiquisten.

Umgekehrt tritt mit jedem weiteren Ausbau der Faunistik das besondere ökologische und historische Gepräge mancher Tierarten immer deutlicher hervor, indem sich ihre strenge Eingrenzung auf Lokalitäten von bestimmter Vergangenheit und mit speziellen, durchaus festgelegten äussern Bedingungen klarer ergibt. Darin liegt für den Zoologen eine Warnung zugleich und eine Aufmunterung. Eine Warnung, aus vereinzelten faunistischen Befunden verfrühte allgemein geographische Schlüsse zu ziehen und eine Aufmunterung, die Arbeit der Faunistik und den Wert gewissenhafter lokaler Tierverzeichnisse nicht gering einzuschätzen.

Solchen Wert als sorgfältig vorbereitete Bausteine der Tiergeographie besitzen in hohem Grade *Seilers* Listen der Bombyciden, Noctuiden und Geometriden der Umgebung von Liestal bis hinauf zum Hauenstein (35—38). Sie zeigen den grossen Reichtum der Schmetterlingsfauna des Exkursionsgebiets und enthalten, neben den lokalfaunistischen Daten, Notizen über Häufigkeit, Vorkommen, Aufzucht und Futterpflanzen. Auch der Aufsatz *Felbers* (15) über die Köcherfliegen der Ergolz gehört in die Reihe der für die Kenntnis der örtlichen Tierwelt und ihrer Biologie wichtigen Arbeiten. Mancherlei zusammenfassende und zum Teil auch neue Mitteilungen über Vorkommen und Verbreitung der Trikladen in den Basler Gewässern enthalten die Arbeiten *Steinmanns* (40—41). Zu den zahlreichen jurassischen Fundorten der westalpinen Schnecke Tachea sylvatica Drap. fügt *Leuthardt* (30) einen weiteren von sehr beschränkter Ausdehnung und scharfgezeichneter Begrenzung in der Eremitage bei Arlesheim in 345 m Meereshöhe.

Jegen endlich weist in einer vor allem der Entwicklungsgeschichte und Anatomie gewidmeten Arbeit auf die weite Verbreitung und das epidemische Auftreten des seltsamen Parasiten der Singvögel Collyriclum faba (Brems.) Kossack in der Stadt Basel hin (28). Am häufigsten befällt der Trematode die Haut von Passer domesticus, doch fehlt er auch nicht bei Fringilla coelebs, Ruticilla phoenicura und Muscicapa grisola. *Miescher*

gab vor längerer Zeit die erste Beschreibung des Schmarotzers nach Basler Material (34), und die Zoologische Anstalt erhielt seither immer wieder von dem Wurm befallene Vögel.

Der Satz, dass die fortschreitende faunistische Erkenntnis manche Geschöpfe zu Kosmopoliten stemple, mag durch einige Funde aus der Umgebung Basels illustriert werden. *Hofmänner* und *Menzel* (27) kennen den durch starke Ringelung auffallenden Nematoden Criconema guernei (Certes) aus Sphagnumrasen der Belchenfluh im Basler Jura (960 m Meereshöhe); dasselbe Tier lebt auf den Kerguelen, auf Heard Island, in Schottland und Feuerland. Die seltsame Nematodengattung Bunonema bewohnt in zwei nahe verwandten Arten, B. richtersi Jägerskiöld und B. reticulatum Richters, nach *Heinis* (22), den Basler Jura. Sie kehrt, wie *Hofmänner* und *Menzel* zusammenstellen, an den entlegensten Orten des Erdballs wieder, auf den Kerguelen und auf Possessions-Island, auf St. Helena, dem Heard-Island, aber auch bei Wildbad, im Taunus, auf den Kanarischen Inseln, an manchen Fundorten der Alpen, in Schottland endlich und in Kolumbien.

Eine ähnliche unbegrenzte Verbreitung haben stets sich erneuernde Funde dem Harpacticiden Epactophanes richardi Mrazek verliehen, zu dem *Haberbosch* (21, 21a) auch Moraria muscicola Richters als blosse, austrocknenden Lokalitäten angepasste Varietät, sowie Epactophanes angulatus Kessler rechnet. Der Krebs bewohnt in weitester Ausdehnung feuchte, beschattete Moospolster des Juras und des Schwarzwalds im Umkreis von Basel. Er sucht, nach *Chappuis*' (8a) Mitteilung, auch monatelang trocken liegende Orte auf. Sein Heimatsgebiet erstreckt sich über Böhmen, Niederösterreich, Deutschland, Schweden, Schottland bis nach Island, Grönland und Spitzbergen. *Menzel* (33) fand die Art auch im tropischen Surinam. Ähnlich sind die Tardigraden, die *Heinis* (23) als Bewohner der Gewässer von Jura, Schwarzwald und Vogesen im Bereich von Basel meldet, fast ausschliesslich Weltbürger. Die Fähigkeit in Trocken- und Kältestarre zu verfallen und sich den extremen Bedingungen von Temperatur und Feuchtigkeit aller Medien und Wohnorte zu fügen, erleichtert den passiven Transport und ermöglicht die unbegrenzte Verbreitung der als Beispiele des Kosmopolitismus genannten Tiere.

Auch *Menzels* (31) Beobachtungen im Basler botanischen Garten beleuchten in überzeugender Weise die Verschleppungsfähigkeit resistenter tierischer Organismen. Das Victoria regia-Becken des Palmenhaus lieferte während des Frühsommers in wimmelnden Mengen die in den Tropen so gemeine Stenocypris malmcolmsoni Brady. Der Ostracode ist aus drei Erdteilen bekannt,

aus Asien (Indien und Celebes), Ostafrika und Australien. Demselben Bassin und einer im botanischen Garten unter freiem Himmel stehenden Tonne entstammt die von *Sars* aus Australien beschriebene Cypretta globulus G. O. S. Unter mit javanischer Erde gefüllten Blumentöpfen fand sich zahlreich die vollkommen terrestrische Orchestia senni Menzel. An derselben Stelle sammelte *Bigler* (2) Orthomorpha gracilis C. K., einen Diplopoden der Tropen, der ebenso gut in Südamerika, wie auf den Antillen und den Fidjiinseln zu Hause ist, und der nicht selten mit Pflanzen eingeschleppt in Europa zu einer wahren Treibhausplage wird.

Alle diese zufälligen Verschleppungen von Tieren warmer Länder führen indessen nicht zu einer dauernden Einbürgerung und zu keiner Bereicherung der lokalen Fauna, so wenig wie die Wanderzüge des Lachs, die jährlich eine Menge von marinen Fischparasiten als passive Fracht in den Basler Rhein bringen. *A. Heitz* (24) hat die Ernährungsbiologie und die mit ihr in engem Zusammenhang stehende Parasitologie von Salmo salar auf breitester Basis neu bearbeitet. Er gelangte zur Bestätigung und Erweiterung der früher vom Verfasser gewonnenen Resultate. Den faunistischen Befund fasst *Heitz* in folgende Zahlen; 307 Lachse aus dem Rhein beherbergten 35 Arten von Schmarotzern. Von diesen Parasiten entstammen 27 Species dem Meer und nur 8 dem Süsswasser; 11 Arten gehören dem Rheinlachs ausschliesslich an.

Dass die passive Verschleppung von Tieren in ein neues Wohngebiet oft ohne sichtbaren Grund erfolglos bleibt, zeigt das misslungene Experiment *Leuthardts,* der umsonst versuchte, Planorbis corneus L. und Paludina vivipara Rossm. aus Sümpfen an der Bergstrasse in einen Lehmweiher bei Liestal zu übertragen (30).

Wenn das kosmopolitische Element in der Basler Tierwelt den breitesten Raum einnimmt, so fehlt es doch auch nicht an Geschöpfen, denen der Fortschritt der Faunistik im Gegensatz zu den Ubiquisten und Weltbürgern immer deutlicher enge Verbreitungsgrenzen und spezielle Wohnorte anweist. Es handelt sich vor allem um Tiere, die sich im Vorkommen an nur in verhältnismässig geringem Masse schwankende Temperaturen, hohe oder tiefe, binden. Beispiele sollen die folgenden Ausführungen in grosser Zahl nennen. Diese stenothermen Kälte- und Wärmetiere beanspruchen ein besonderes historisches und geographisches Interesse.

Einen schätzenswerten Beitrag zur Lösung der Frage nach der Bedeutung kälteliebender Kolonien inmitten der thermisch indifferenten Tierwelt von Basels Umgebung liefert die Arbeit *Bornhausers* (4) über die Lebewelt der dauernd tief temperierten Quellen. Der bevorstehende Abschluss der Arbeit konnte 1911 angekündigt werden;

heute lohnt es sich, den Inhalt der inzwischen erschienenen Dissertation zu skizzieren, ohne indessen die zahlreichen faunistischen, systematischen und biologischen Einzelheiten zu berücksichtigen.

Von 680 im weiteren Umkreis der Stadt untersuchten Quellen beherbergten 534 tierische Bewohner; 147 Genera mit 287 Species von „Krenobien“ wurden nachgewiesen.

In doppelter Hinsicht mischt sich die Quellfauna aus verschiedenartigen Elementen; sie besteht biologisch aus eurythermen Ubiquisten, aus stenothermen Kaltwassertieren und aus Dunkeltieren und setzt sich geographisch aus Kosmopoliten, alpinen, montanen, nordischen und profunden Bestandteilen zusammen.

Nur in konstant kalten Quellen treten zu den Ubiquisten charakteristische Kaltwasserbewohner aus verschiedenen systematischen Gruppen. Dieses faunistische Vorkommnis prägt sich in auffallender Weise in gewissen Limnokrenen (Tümpelquellen) des Schwarzwalds und der Vogesen, auf dem Ödland und am Lochberg aus; es wiederholt sich besonders deutlich in den starken Sturzquellen (Rheokrenen) von Neuweg, am Fuss der aus Schotter bestehenden, steil abfallenden Niederterrasse westlich des Rheins. In diesen Gewässern von stets tiefem Temperaturstand, in unmittelbarer Nähe der Stadt, finden sich mindestens zehn Arten echter Kaltwassertiere zusammen. Die Quellen liegen in einer Meereshöhe von 240 m; ihre Temperatur bewegte sich während der Beobachtungszeit im engen Ausmass von 9,4 bis 12,3° C.

Insektenlarven, Hydracarinen und Rhizopoden des Kaltwassers machen an den genannten Lokalitäten den glacial-stenothermen Bestandteil der Bevölkerung aus. Besondere Beachtung verdient das für den ganzen Jahreslauf festgestellte Auftreten von L e b e r t i a r u f i p e s Koen. in den Rheokrenen von Neuweg. Die Milbe kennzeichnet sonst faunistisch in weitester Verbreitung die Gewässer der Hochalpen und die Tiefe der schweizerischen Alpenrandseen. Sie kehrt im kühlen Wasser der österreichischen Voralpen und deutscher Mittelgebirge wieder und gehört im Flachland zu den grössten Seltenheiten.

Kaum minder auffallend erscheint die Gegenwart von L e b e r t i a s t i g m a t i f e r a Thor. in Quelltümpeln am Lochberg. Das Tier meldet sich damit zum erstenmal in der Fauna Mitteleuropas; es war bis jetzt nur aus dem hohen Norden bekannt. Auch für die sonst als ausschliesslich alpin betrachtete L. m a c u l o s a Koen. gelang es *Bornhauser*, in mehreren Quellen des Schwarzwalds und der Vogesen vollständig isolierte Fundorte zu entdecken.

Die Beispiele des Vorkommens von typisch alpinen, borealen und profunden Tieren in den knapp umschriebenen Grenzen versteckter

und weit voneinander entfernter Quellen könnten noch ausgiebig vermehrt werden. Es wäre etwa zu erinnern an die Gegenwart mehrerer sonst in den Tiefen der subalpinen Seen lebender Rhizopoden-Arten in der isolierten Limnokrene am Lochberg in den Vogesen, an den Fund von Planaria alpina Dana in Quellen des Kaiserstuhls und von Apatania fimbriata Pict., einer Köcherfliege des zentraleuropäischen Hochgebirgs, im kühlen Quellwasser bei Reinach am Bruderholz.

Wichtiger indessen, als die Aufzählung vieler Fälle, ist die Beantwortung der Frage nach der Herkunft der inmitten der eurythermen Fauna lebenden, kältesuchenden Quellbewohner.

Bornhauser erörtert, dass für das Auftreten von an tiefe Temperaturen gebundenen Tieren in vollkommen abgeschnittenen Quellen weder aktive Einwanderung in der Jetztzeit, noch passiver Import eine Erklärung zu bieten vermöge. Noch weniger sei an eine konvergente Züchtung der fraglichen Arten an ihren so verschiedenen Wohnorten wie in der Quelle, am Ufer des Hochalpensees, in der Tiefe der subalpinen Wasserbecken zu denken. Die einzige annehmbare Deutung des faunistisch merkwürdigen Phänomens bringe *Zschokkes* auf historischer Grundlage aufgebaute Theorie.

Die tieftemperierten Quellen des Flachlands sind, nach dieser Auffassung, ebensogut wie kalte Hochgebirgsgewässer, Seetiefen und Bergbäche, Zufluchtsorte für die Überreste einer zur Glacialzeit weitverbreiteten, an niedrige Temperaturen gewöhnten Tiergesellschaft. Nur Quellen, deren Wärmestand sich nie hoch erhebt, und deren verborgene Lage zudem die Einwanderung von Kosmopoliten erschwert, vermögen heute noch den Trümmern der Eiszeitfauna in nennenswertem Umfang schützende Herberge zu bieten. Solche Bedingungen erfüllen die Rheokrenen bei Neuweg. In ihnen steht die aquatile Tierwelt der Glacialepoche in einer bescheidenen Nachblüte. Immerhin deutet der Umstand, dass die Milbe Lebertia rufipes in den kräftigen Quellen der Schotterterrassen bei Basel stets nur in einzelnen Exemplaren auftritt, auf die Eigenschaft des Aufenthaltsorts als letztes, enges Refugium der Art hin, und die von der Stammform abweichende hellere Färbung der Hydracarine spricht von schon lange dauernder Isolierung im wenig ausgedehnten Wohngewässer.

„Wie die Quellen in ihrer Thermik an die Verhältnisse entschwundener Zeiten mahnen,“ äussert sich *Bornhauser,* „so weist auch ihre Tierwelt eine Reihe einst allgemein verbreiteter Arten auf.“

Die stets in engen und tiefgezogenen Grenzen sich bewegende Temperatur der Quellen bestimmt, neben der Zusammensetzung, auch die Lebensweise der Fauna. Sie schliesst den Wechsel der Jahreszeiten und seinen Einfluss auf die Tiere aus und verwischt damit die

Periodizität in den biologischen Vorgängen. Wieder zeigt sich auch in dieser Richtung ein paralleles Verhalten für alle kalten Gewässer, Quelle, Gebirgsbach, Seetiefe, Hochalpensee. An solchen Orten verlieren die Flugzeiten der im Larvenzustand das Wasser bewohnenden Insekten ihre scharfe zeitliche Begrenzung; die Fortpflanzungstätigkeit büsst ihren Rhythmus ein, und die Winterruhe mancher Tiere fällt aus.

Alle Beobachtungen bestätigen den Satz, dass die Temperatur und ihre Jahreskurve dem Wohnort in weitem Masse sein faunistisches und biologisches Gepräge verleiht.

Mit der Fauna der Quellen steht naturgemäss die Tierbevölkerung unterirdischer Gewässer in enger Beziehung. Doch scheint mir die Frage nach dem historischen Zusammenhang beider Bestände noch nicht spruchreif. Sie wird voraussichtlich eine ganz verschiedene Beantwortung erhalten, je nachdem ihre Lösung an verschiedenen Tierformen versucht wird. Die Fäden, welche sich im Lauf der Glacial- und Postglacialzeit zwischen der Quellfauna und der Tierwelt des subterranen Wassers ausspannten, sind mannigfaltig und verwickelt; sie kreuzen sich und verlaufen in entgegengesetzter Richtung für Geschöpfe von verschiedener systematischer Stellung und von verschiedenem Wärme- und Lichtbedürfnis.

Ziemlich allgemein herrscht die Ansicht, dass die nacheiszeitliche Temperatursteigerung manche Kaltwassertiere vom Quellmund aus in die noch kühleren Wasserläufe des Erdinnern getrieben habe. In dieser neuen Heimat bildeten sich die Einwanderer allmählich zu Dunkeltieren morphologisch um; sie kehrten später in die Quellen zurück, vielleicht durch Nahrungsmangel veranlasst, wie *Bornhauser* (4) vermutet, oder, nach der Annahme *Thienemanns* (43), unter dem Einfluss einer seit der Eichenzeit neu einsetzenden Verminderung der Durchschnittstemperatur, welche das Quellwasser für Kältetiere wieder bewohnbar machte. Auch *E. Graeter* gelangt in seinen Studien über die Copepoden der unterirdischen Gewässer zum Schluss, dass vor allem die niedrige Temperatur des subterranen Gebiets manche Tiere postglacial unter die Erde wandern liess. Fünf Copepodenarten der Höhlen betrachtet der Autor als Überreste der Eiszeitfauna; sie geben den unterirdischen Räumen den Charakter von Refugien kälteliebender Faunenreste (18).

Umgekehrt betrachtet *Geyer* (16) die blinden Lartetien der Höhlengewässer als Nachkommen photophiler Tiere, die während der Gletscherzeit unter der Erde Zuflucht vor dem tiefen Temperaturstand der eisigen Flüsse und Tümpel suchten. Heute gestattet die grössere Wärme den kleinen Schnecken zum Teil den Aufenthalt in den Quellen von neuem. Die Auffassung *Geyers* erhält durch die Be-

obachtung *Bornhausers*, dass die Fundorte der Lartetien in der Umgebung von Basel nicht im Bereich der diluvialen Vergletscherung liegen, eine gewisse Bekräftigung. Auch bevölkern die augenlosen Gastropoden im Untersuchungsgebiet Bachanfänge bis zu einem Temperaturbetrag von 14,8° C. Sie sind Kühlwasserbewohner, ohne indessen in dem Masse kältebedürftig zu sein, wie manche echtglacialen Geschöpfe.

Über Vorkommen und Zusammensetzung der subterranen Wasserfauna bei Basel hatten schon früher die Untersuchungen von *Bollinger* (3) und *E. Graeter* (18) mancherlei Anhaltspunkte geliefert. Aus allen Notizen ergab sich, dass in der ,,Faunula subterranea" das kälteliebende Element stark überwiegt.

Heute, nach dem Abschluss der Arbeit *Bornhausers* an den Basler Quellen, lässt sich über die unterirdische Tierwelt des Bezirks, über ihren faunistischen Charakter und über ihren Zusammenhang mit der Bevölkerung belichteter Gewässer nähere Auskunft geben.

In einem Drittel der Bachanfänge bei Basel wohnten charakteristische Vertreter der unterirdischen Fauna. Besonders häufig traten Dunkeltiere in den Quellen der klüftigen, triasitischen Kalkformation des Dinkelbergs auf; doch gehören auch im Lössgebiet quellbewohnende Tierformen, die unterirdischen Räumen entstammen, zu den gewöhnlichen Erscheinungen. Dendrocoelum infernale (Steinmann) bevölkerte drei Fundorte, Planaria vitta Dugès zehn, Niphargus puteanus Koch 136, Asellus cavaticus Schiödte 7; Lartetien fanden sich in 71 Quellen.

Seit den Funden *Bornhausers* stellte *W. Schmassmann* D. infernale in einem als Trinkwasser gefassten Spaltengewässer am Passwang fest. Die Triklade lebt ausserdem in Gesellschaft anderer Höhlentiere in der Tiefe des hochalpinen Oeschinensees im Berneroberland. *Schmassmann* wird über seine Beobachtungen in einer nun abgeschlossenen Arbeit über die profunde Fauna der Hochalpenseen berichten.

In schattigen, gegen die Aussenwelt stark isolierten Quellen setzt sich nicht selten fast der ganze Tierinhalt aus Höhlenbewohnern zusammen; offenen, stark belichteten Quellbecken dagegen fehlt der subterrane Einschlag ganz. Die grosse Individuenzahl und die rege, ununterbrochene Fortpflanzungstätigkeit der in den Quellen hausenden Dunkeltiere sprechen für die vollständige Einbürgerung des subterranen Faunenelements im Bachursprung.

Aus den von ihm festgestellten Tatsachen schliesst *Bornhauser*, dass die Tierwelt der Quellen und des Erdinnern wohl niemals scharf voneinander getrennt waren. Für den genannten Autor bedeutet das Aufsteigen der Dunkeltiere in die belichteten Quellen ein Vordrängen

aus den nahrungsarmen Spalten und Höhlen in den an Nahrung viel reicheren Bachanfang. Im Laufe langer Zeiträume sich vollziehende Temperaturveränderungen lässt *Bornhauser* als allgemein wirkende Ursache des Auftretens subterraner Tiere in Quellen nicht gelten. Er beruft sich darauf, dass sich die Quellbewohner unter den Höhlentieren gegenüber Wärmeschwankungen recht verschieden verhalten. So lebt Niphargus puteanus eurytherm in Gewässern von sehr veränderlicher Temperatur, während Asellus cavaticus als stenothermes Kaltwassertier nur tieftemperierte Quellen besiedelt.

Das schliesst nicht aus, dass die säkulären thermischen Schwankungen der Glacial- und Postglacialzeit manche Tierform zu Wanderungen im Sinne *Thienemanns* oder *Geyers* veranlassten und so mannigfaltige Wechselbeziehungen zwischen der Tierwelt des Erdinnern und der Oberfläche schufen.

Ich möchte den Satz bestehen lassen, dass das Höhlengewässer Flüchtlinge vor der Temperaturerniedrigung der Eiszeit aufnahm und später zum Zufluchtsort von Kälte suchenden Trümmern der Glacialfauna wurde.

Den Aufenthalt in stets dunkelm und tieftemperiertem Wasser teilen mit den aquatilen Bewohnern der Höhlen die tierischen Organismen des in den Kiesablagerungen der Rheinebene über undurchlässigen Lehmbänken stehenden Grundwassers und der in die Schotterbänke eingesenkten, vom Grundwasser gespiesenen Brunnenschachte.

Eine scharfe Grenze lässt sich natürlich zwischen der Fauna der Höhle und des Grundwassers kaum ziehen. Dafür gestalten sich schon die äusseren Bedingungen beider Lokalitäten zu einförmig und zu ähnlich. Tiefe und nur in geringfügigem Ausmass schwankende Temperatur kennzeichnet beide. Sie beträgt für die Brunnengewässer Mitteleuropas 8—12° C. Lichtmangel herrscht im Grundwasser, wie in der Höhle. Die tiefen Brunnengewässer indessen verfügen im Gegensatz zum Wasser unterirdischer Hohlräume über nicht unbeträchtliche Mengen von Nahrungsstoffen, über einen Reichtum an niederen Lebewesen und an faulendem Detritus. Ritzen und Spalten der festen Erdkruste werden im allgemeinen auch den Grundwassertieren eine zusagende Heimat bieten.

Die kleine Grundwasserfauna der Umgebung von Basel gab *E. Graeter, H. Schnitter* und *P. A. Chappuis* den Stoff zu einer Reihe von Beobachtungen. Dieselben enthüllen gemeinsame faunistische und biologische Züge der Bewohnerschaft jener unbelichteten Räume und deuten auch auf gewisse Unterschiede mit den stenotherm an kaltes Wasser sich bindenden echten Höhlentieren hin.

Eine für die Systematik und die Phylogenie des ganzen Krebsstamms gleich wichtige Entdeckung machte im Basler Grundwasser *P. A. Chappuis* (5, 7). Es gelang ihm, in einem zerfallenen, acht Meter tiefen Pumpbrunnen die eigentümliche Bathynella natans Vejd. wieder aufzufinden, die nur einmal in zwei Exemplaren von *Vejdovsky* in den Brunnengewässern von Prag beobachtet worden war. Seit der ersten Entdeckung verflossen 33 Jahre; bereits erhoben sich Stimmen, die an der Existenz des interessanten Tiers zweifeln wollten.

Im lichtlosen Brunnenschacht in der Kiesebene bei Basel lebte Bathynella in grossen Mengen. Sie war begleitet von zwei auch sonst subterran vorkommenden Crustaceen, Cyclops unisetiger *E. Graeter* und Viguierella coeca Maupas, sowie von zahlreichen Kosmopoliten wie Alona rectangula, Plectus palustris, Mononchus macrostoma, Dorylaimus macrolaimus, Rotifer macrurus, Stentor coeruleus, Paramaecium, Spirostomum und Difflugia pyriformis.

In den Monaten Januar und Februar scheint Bathynella nicht vorzukommen; das Auftreten der Männchen dürfte sich, nach gewissen Anzeichen, auf die ersten Wintermonate beschränken. So deutet sich für den Krebs vielleicht ein Jahreszyklus an, eine biologische Erscheinung, die für den Bewohner eines gleichförmig unveränderlichen Wohnorts überraschen muss.

Trotz ihrem Vorkommen im kühlen Grundwasser zählt Bathynella keineswegs zu den stenothermen Kaltwassertieren. Sie gedeiht im Laboratorium sehr wohl auch bei höheren Temperaturen und pflanzt sich noch bei 20° C. lebhaft fort.

Äusserlich trägt der schlanke, überall gleich breite, 1,5 bis 2 mm lange Kruster durch Augenlosigkeit und Abwesenheit von Pigment den Stempel der Bewohner lichtloser Räume. Der Körper setzt sich aus 15 beweglich miteinander verbundenen Segmenten zusammen.

Neuere Funde *Chappuis* in einem zweiten Brunnen bei Basel und in einem Höhlengewässer des Neuenburger Juras deuten mit Sicherheit darauf hin, dass Bathynella in subterranem Wasser weitere Verbreitung geniesst. Die systematische Stellung und phylogenetische Bedeutung von Bathynella ist jüngst durch *Vanhöffen* (44) in einem zusammenfassenden Aufsatz beleuchtet worden.

Der Krebs bildet mit drei lebenden, je eine Art zählenden Gattungen und zwölf auf Carbon und Perm beschränkten Formen *Grobbens* Gruppe der Anomostraca, die älteste Crustaceenabteilung ausser den Leptostraken, welche noch rezente Vertreter besitzt.

Die Anomostraken treten in der Steinkohle und im Perm auf; sie verschwinden spurlos in allen jüngeren Sedimenten, um völlig unvermittelt in der Jetztzeit wieder aufzutauchen. Alle heutigen Formen, ausser Bathynella, bewohnen Australien.

Durch die eigentümliche Gruppe der Anomostraken werden die grossen, jetzt blühenden systematischen Einheiten der Panzerkrebse (Thoracostraken) und der Ringelkrebse (Arthrostraken) verbunden. Nach beiden Seiten hin und zu den verschiedensten Untergruppen der beiden Hauptabteilungen zeigen die Anomostraken merkwürdige und mannigfaltige morphologische Anklänge. So dokumentiert sich Bathynella natans als Baustein einer uralten Bindebrücke zwischen heute scharf getrennten systematischen Komplexen.

An ähnlichen Orten wie Bathynella lebt in der Gegend von Basel der Harpacticide Viguierella coeca Maupas. *Chappuis* fand den Krebs in vier verschiedenen Grundwasserbrunnen des Gebiets; doch besiedelt das Tier eine weite geographische Sphäre. Es ist bekannt aus Algier, wo es durch *Maupas* entdeckt wurde, aus der Mark Brandenburg, aus der Gegend von Dresden und aus England. Ein zweiter schweizerischer Fundort liegt im Kanton Thurgau (Glarisegg) (6, 8).

Ökologisch und in der Lebensweise erinnert Viguierella in mehr als einer Hinsicht an Bathynella. Wie diese bewohnt auch der Harpacticide dürftige Grundwasseransammlungen. Seine Augenlosigkeit verleiht ihm den Charakter eines echten Dunkeltiers; doch fehlt der Krebs auch oberirdischen Kleingewässern nicht. Viguierella bedarf zu ihrem Gedeihen nur kleinste Feuchtigkeitsmengen; wie der Anomostrake erträgt sie ohne Schaden beträchtliche Temperaturschwankungen des Wohnmediums, geht doch die Fortpflanzung und Entwicklung bei 15^0 bis 29^0 C. ungehindert ihren Weg. Noch bei 3^0 C. lebt das Tier weiter.

Chappuis (8) macht es wahrscheinlich, dass der Copepode von phylogenetisch hohem Alter sei. Zur Stütze dieser Ansicht fehlen allerdings die fossilen Belege. Doch sprechen dafür die Entwicklungsgeschichte und mancherlei morphologische Merkmale von Viguierella. Im Gegensatz zu den Verwandten vollzieht sich der individuelle Werdegang ohne Abkürzung mit der vollen Anzahl der Naupliusstadien. Die Gegenwart eines freien Brustsegments, das das erste Fusspaar trägt, die getrennten Geschlechtsöffnungen, das Auftreten einer unpaaren Copulationsdrüse und einer pulsatilen Vorrichtung in der Maxillardrüse verleihen der ausgewachsenen Viguierella ein altertümliches Gepräge.

Zu der kleinen Tiergesellschaft von Grundwasseradern und Ziehbrunnen fügt sich die von *Schnitter* und *Chappuis* beschriebene

Parastenocaris fontinalis (39). Der Harpacticide bevölkert zusammen mit Viguierella massenhaft einen Brunnenschacht in dem der Stadt Basel benachbarten Dorf Binningen. Obwohl die mittlere Wassertemperatur des Wohnorts nur 8 bis 10° C. betrug, erwies sich auch Parastenocaris als gegen Wärmeschwankungen äusserst resistent. Der Krebs bleibt lebhaft bei 20° C.; er geht bei tiefer Temperatur in Lethargie über, aus der er bei Erwärmung wieder erwacht.

Parastenocaris, wie Viguierella und die bald noch zu erwähnende Gattung Epactophanes, bleiben blind, auch wenn sie während mehreren Generationen am Tageslicht gezüchtet werden. Diese Eigentümlichkeit bringt die drei Formen in Gegensatz zu andern augenlosen Harpacticiden, die am Licht das Sehvermögen rasch wieder erwerben. Das starre Festhalten an der Blindheit möchte *Chappuis* (8a) als Zeichen hohen phylogenetischen Alters deuten.

Aus allem ergibt sich, dass in kleinsten subterranen Gewässern von Ritzen und Spalten, besonders aber im Grundwasser und in den mit ihm zusammenhängenden Brunnen eine biologisch einheitliche Krebsfauna wohnt. In der Basler Tierwelt können einstweilen Bathynella natans Vejd., Viguierella coeca Maupas und Parastenocaris fontinalis Schnitter und Chappuis als Bestandteile dieser Faunula gelten.

Wahrscheinlich zählt zu derselben Tiergenossenschaft auch der von *A. Graeter* und *P. A. Chappuis* beschriebene Cyclops sensitivus. Es handelt sich um ein echtes, oberirdisch nicht auftretendes Grundwassertier, das sich, gewöhnlich von Cyclops fimbriatus Fischer begleitet, in sechs Pumpbrunnen der Rheinebene, des Stadtgebiets und der Seitentäler des Rheins vorfand. Die Farblosigkeit, das sehr kleine Auge und der aussergewöhnlich lange Sinneskolben an der Antenne sprechen für die vollkommene Anpassung des Krebs an den subterranen Wohnort (17).

Die Crustaceen des Grundwassers sind alle Schlammbewohner und Detritusfresser. Sie zeichnen sich durch auffallende Resistenz gegen weite Temperaturschwankungen aus, obwohl ihr Wohnplatz tief und dauernd gleichmässig temperiert ist. Augenlosigkeit und Pigmentmangel charakterisieren sie als Dunkeltiere. Wenigstens einige von ihnen tragen ein altertümliches Gepräge.

Endlich dürfte sich das geographische Wohnareal aller genannten Grundwasserkrebse weit erstrecken. Für Bathynella und Viguierella ist das Vorkommen an entlegenen, der Species ökologisch zusagenden Lokalitäten nachgewiesen. Ähnlich wird sich Para-

stenocaris verhalten. Noch jüngst meldete *Menzel* (33) das Vorkommen des Genus in Surinam.

Stark betonte Eurythermie und die Fähigkeit, sich mit kleinsten Flüssigkeitsmengen zu begnügen, sichern den Tieren einen weiten, vielleicht kosmopolitischen Wohnbezirk. Diese biologische Schmiegsamkeit erlaubt es den Bewohnern unterirdischer Kleingewässer auch, die subterrane Heimat zu verlassen und die Moospolster zu besiedeln. die an Orten, wo Wasserfäden der Erde entsickern, üppig wuchern. Für die Gattungen Viguierella und Parastenocaris steht oberirdisches Auftreten fest.

Kessler fand seine Parastenocaris brevipes in feuchtem Moosrasen. Viguierella coeca wurde wiederholt in Aquarien beobachtet. *Maupas* erhielt das Tier in Algier aus dem Detritus eines faulenden Baumstrunks; *Scourfield* sammelte es in Kew Garden, und *Hartwig* meldet den Krebs vom Ufer des Scharmützelsees bei Buckow. Die verwandte Art Viguierella paludosa entdeckte *Mrazek* in feuchtem Moos bei Alt-Bunzlau in Böhmen.

Wie die Tierwelt starker Quellen aus dem Erdinnern Zufluss erhält, so werden auch den Moospolstern durch kleine sickernde Adern des Spalten- und Grundwassers tierische Bewohner zugeführt. Vielleicht lässt sich die Gegenwart augenloser Tiere im feuchten Moos als Resultat von Zuwanderung aus der Erde her auffassen. Zu denken wäre etwa an Epactophanes und verwandte Harpacticiden.

Haberbosch (21a) weist in seiner neuesten Publikation nachdrücklich auf den Reichtum von wasserdurchtränkten, oder auch nur vorübergehend von Niederschlägen befeuchteten Moosen an teilweise blinden Harpacticiden hin.

Ähnlich wie Viguierella durchläuft auch Epactophanes alle sechs Naupliusstadien. Der muscicole Krebs teilt also die konservative Entwicklungstendenz mit dem Grundwassertier. Das zeugt nicht nur für den engen Zusammenhang der beiden Wohnstätten, sondern auch für hohes Stammesalter der zwei genannten Tiere.

Den moosbewohnend gewordenen Krebsen des Grundwassers eröffnet sich die Aussicht weiter passiver Verschleppung. Dass dieser Transport für resistente Formen keine kleine Rolle spielt, beweist die ungemein weite Verbreitung mancher Harpacticiden der Moose. Die faunistischen Beobachtungen von *Menzel* (33), *Haberbosch* (21, 21a) und *Chappuis* (8a) an dem auch im Basler Jura lebenden Genus Epactophanes liefern einen guten Beleg für die Wirksamkeit passiver Ausbreitung.

Bei der Beantwortung der Frage nach der Zeit der Einwanderung von Bathynella, Viguierella und Parastenocaris in das subterrane Wasser ist eine Annahme ohne weiteres von der

Hand zu weisen. Die drei Krebse, die gegenüber den anderen Höhlencrustaceen eine biologische Sonderstellung einnehmen, sind keine Überreste einer kälteliebenden Eiszeitfauna, die postglacial vor der steigenden Temperatur im Kaltwasser des Erdinnern Zuflucht fanden. Es fehlt ihnen das Hauptmerkmal von Faunentrümmern der Gletscherperiode, die Abhängigkeit von wenig veränderlicher tiefer Temperatur; sie sind im Gegensatz zu manchen anderen Höhlentieren keine stenothermen Kältegeschöpfe.

Eher könnte daran gedacht werden, dass Bathynella, Viguierella und Parastenocaris vor der Eiszeit an der Erdoberfläche lebten und beim mit dem Gletschervorstoss verbundenen Rückgang der Temperatur unter dem Boden Schutz suchten, ähnlich wie *Geyer* (16) es von den Lartetien vermutet.

Noch lieber möchte ich in den drei Krebsen Überbleibsel einer sehr alten subterranen Fauna sehen, die lange vor der Eiszeit die unterirdischen Gewässer bevölkerte und in ihnen auch die Vergletscherungen überdauerte. In postglacialer Epoche erst hätten die Tiere das Grundwasser besiedelt, das in den Schottermassen ehemaliger Gletscherströme steht, und wären wenigstens zum Teil durch Spalten und Ritzen in die oberirdischen Moospolster vorgedrungen.

Für eine solche Hypothese, die den Beginn des unterirdischen Lebens der drei Kruster sehr weit zurückdatiert, spricht das phylogenetisch hohe Alter von Bathynella, Viguierella und wohl auch Parastenocaris, die vollkommene morphologische Anpassung der drei Formen an den Aufenthalt im lichtlosen Raum und ihre weite Verbreitung. Damit würde in der Süsswasserfauna ein bisher unbeachtetes, uraltes Element der Vorgletscherzeit heute noch weiterexistieren.

Neben den Kolonien kälteliebender Tiere, die da und dort in unsere Fauna eingestreut sind, leben an trockenen und heissen Südhalden isolierte Bestände von wärmebedürftigen tierischen Lebewesen. Die Frage liegt nahe genug, ob auch diese an hohe Temperaturen und dürren Untergrund gebundenen Tiere als Splitter und Überreste einer unter anderen klimatischen Bedingungen der Vergangenheit eingewanderten und weitverbreiteten Fauna erklärt werden können, ob etwa der Kältetierwelt der Eiszeit in unserer Gegend eine Wärmefauna des Postglacials folgte.

In der Schrift über die Basler Fauna vom Jahr 1911 wurde die Frage nach der Bedeutung und Herkunft der xerothermen, südlichen Elemente in der nordalpinen Tierwelt nur gestreift. Seither widmete *A. Huber* dem Gegenstand eingehende faunistische und geographische Studien. Mit der freundlichen Erlaubnis des Autors entnehme ich seiner im Druck liegenden Arbeit eine gedrängte Zusammenstellung

der Resultate. So rundet sich das faunistische Bild der Gegend in erwünschter Weise ab.

Der in weiteren Grenzlinien gezogene Umkreis der Stadt Basel bietet vortreffliche Gelegenheit zu Beobachtungen über das Vorkommen und über die Verbreitung wärmebedürftiger und wärmeliebender, „xerothermer" und „xerophiler" Geschöpfe; denn zahlreiche und weit ausgedehnte Lokalitäten stehen einer an Trockenheit und sengende Sommerhitze gewöhnten Fauna als günstige Wohnorte zur Verfügung.

Die südlichen, stark besonnten Jurahänge von Genf bis nach Schaffhausen, besonders aber die Abschnitte, die als Rebhalden und Felsheiden den Neuenburger- und Bielersee begleiten, bilden ein nahezu ununterbrochenes Areal einer von mediterranen Elementen stark durchsetzten Fauna. Nördlich der Jurahöhen stellen sich an den warmen Flanken des Schleifenbergs bei Liestal, an der Landskron, am Hofstetter Köpfli und am Dornacher Schlosshügel die Spuren xerothermen Tierlebens noch einmal, wenn auch in bescheidenerem Umfang, ein. Zu den wärmsten Gegenden Deutschlands gehört die oberrheinische Tiefebene. Steppenartige, von der menschlichen Kultur noch wenig berührte Schotterfelder schliessen sich rechts und links an den Strom; auf ihnen wecken die Sonnenstrahlen ein an Formen des Südens und Südostens reiches Leben. Die Wärme suchende Fauna sendet ihre Vertreter bis an die Rheinhalde oberhalb der Stadt Basel. An dem steil abfallenden, stark besonnten Flussbord, der nagelfluhartig umgeformten Niederterrasse, birgt sich im lichten Gestrüppwald, in Gesellschaft xerothermer Schnecken und Insekten, die prächtige L a c e r t a v i r i d i s Gessn.

Die wärmefreudige Tierwelt erhebt sich im Reichtum von Arten und Individuen zu ihrem Gipfelpunkt auf den die Rheinebene im Osten und Westen begrenzenden Tertiärhügeln und Kalkklippen, den Vorbergen der Urgebirgshorste des Schwarzwalds und der Vogesen. In Baden gelten die Malmklötze des Schafbergs und von Istein und weiter südlich der triasitische Hornfelsen als reiche Standorte südlicher Tiere. Im Elsass sind die sonndurchglühten Felshänge von Rufach, an denen der edelste Wein reift, während die Kuppen unbebautes Ödland bedeckt, längst durch ihre Südfauna den Sammlern nur allzu bekannt geworden.

Endlich erwacht das südliche Leben noch einmal zu üppiger Fülle am wärmespeichernden, von einem Lössmantel umhüllten Basaltstock des Kaiserstuhls bei Freiburg.

Zur xerothermen und xerophilen Tiergemeinschaft der Basler Fauna rechnet *Huber* über 300 Arten (4 Isopoden, einen Myriapoden, 20 Orthopteren, 5 Neuropteren, 66 Lepidopteren, 41 Hymenopteren,

34 Rhynchoten, 104 Coleopteren, 15 Arachnoideen, 17 Gastropoden und 3 Reptilien). Es muss im Rahmen dieser kurzen Zusammenfassung genügen, aus der grossen Zahl an der Hand der Angaben von *Huber* und von *Döderlein* (9—14), der sich um die Erforschung der Elsässer Fauna manche Verdienste erwarb, einzelne besonders charakteristische und auffallende Formen hervorzuheben. Die Heimat und der Hauptverbreitungsbezirk aller dieser Tiere liegt südlich, besonders rings um das Mittelmeer; einige Arten scheinen auch dem sarmatischen Südosten anzugehören.

Als dem Süden entstammenden Gast kennt der Laie in unserer Tierwelt vor allem die Smaragdeidechse. Vom Mittelmeer aus dehnt sich die Heimat von Lacerta viridis bis zum schwarzen Meer und weit bis nach Asien hinein. Die nördlichen Vorposten der Eidechse stehen in der Bretagne und bei Paris; durch das Moseltal hat das Tier die Gegend von Trier erreicht, von Oberitalien aus die Südschweiz; das Rhonetal sowie das rebenreiche Nordufer des Genfersees bildete ihm die Strasse aus Südfrankreich nach der Westschweiz und nach dem Wallis bis hinauf zur Erhebung von 1300 m über dem Meer.

Das Tal der Saone und die breite burgundische Pforte zwischen Vogesen und Jura öffnete Lacerta viridis den Weg in das Faunengebiet von Basel; noch stehen auf dieser Marschstrasse Posten in der Freigrafschaft.

Heute hält sich der farbenschöne Saurier, von den Sammlern unablässig verfolgt, noch mühsam an der Rheinhalde bei Basel, am Grenzacherhorn und in den Reben bei Wyhlen. Seine Verbreitungslinie folgt vom Isteiner Klotz den Vorbergen des Schwarzwalds bis nach Müllheim und Freiburg. *Huber* stellte die Gegenwart von L. viridis in einem Steinbruch bei Auggen fest; rheinabwärts liegen die nördlichsten Fundorte bei Worms.

Erst in den letzten Jahren wurde die grüne Eidechse in dem faunistisch so gut durchforschten Rebgelände der Elsässer Hügel beobachtet. Die Neubesiedlung jener warmen Hänge dürfte sich ebenfalls vom burgundischen Tor aus vollzogen haben. Das Vordringen der Smaragdeidechse in jüngster Zeit spricht dafür, dass die Wanderlust des Tiers noch nicht erloschen ist und warnt zugleich vor der übereilten Annahme der Hypothese, die aus der Gegenwart des Sauriers nördlich der Alpen auf die Existenz einer trockenen und warmen postglacialen Xerothermperiode schliessen möchte.

Einen breiten Raum in der wärmeliebenden Tierwelt der Basler Gegend nehmen Formen ein, deren Wohnplätze ganz oder fast ganz in das Gebiet der Rebberge fallen. Gegenüber solchen Tieren erhebt sich immer wieder die Frage, ob sie den Norden früher oder später

auf aktiver Wanderung erreichten, oder ob sie ihr Vorkommen bei uns passiver Verschleppung mit dem Weinstocke verdanken.

In den heissen Rebhängen von Rufach im Elsass singt, wie *Döderlein* berichtet, zur Zeit der Weinblüte die grosse südeuropäische Cicade Tibicina haematodes Scop. Auch die grösste Singcicade des Südens, Cicada plebeja Scop., wurde aus dem Rufacher Rebgelände bekannt.

Weit über das Gebiet der Mittelmeerländer und über den Südosten von Österreich, Ungarn und Siebenbürgen erstreckt sich der Wohnbezirk der Rebenheuschrecke Ephippigera vitium Serv. In Südfrankreich, im Wallis und in den nach Süden offenstehenden Alpentälern ist das Tier noch häufig. In Mitteleuropa dagegen beschränkt sich sein Auftreten auf bevorzugte Weinlagen am Niederrhein, an der Mosel und Nahe, in Baden auf Örtlichkeiten bei Freiburg und Istein und auf die weintragenden Kalkhügel längs der ganzen Vogesenkette im Elsass. *Döderlein* weiss besonders von dem massenhaften Vorkommen von Ephippigera bei Barr und auf dem Bollenberg bei Rufach zu erzählen.

Den Namen eines „vitikolen" Tiers endlich verdient in hohem Masse die eigentümliche Spinnenassel Scutigera coleoptrata L. Sie scheint mit der Ausbreitung des Weinbaus von ihrer südeuropäischen und nordafrikanischen Heimat aus die Rebberge Mitteleuropas erreicht zu haben. Die Fugen, Ritzen und Spalten heisser und trockener Mauern bieten dem behenden Tier willkommene Schlupfwinkel. An solchen Orten fand *Huber* Scutigera bei Ihringen und Burkheim am Kaiserstuhl und in den Reben bei Gebweiler und Rufach. *Döderlein* kennt die Assel, ausser von Metz und Freiburg, vom Kaiserstuhl und aus einem Steinbruch bei Bergheim; *Godet* meldet sie als zufälliges Vorkommnis aus den Rebbergen des Neuenburgersees. Die grosse Beweglichkeit von Scutigera mag dem Tier weitführende aktive Wanderung erlauben; dass aber auch passive Verschleppung stattfinden kann, zeigt der Fund einer Spinnenassel in einem von zuwandernden Italienern benützten Lokal des Basler Bürgerspitals.

Weniger ausschliesslich an die Rebberge bindet sich in ihrem Vorkommen Mantis religiosa L. Schon die ausgedehnte, zusammenhängende Heimat der Gottesanbeterin greift weit über die Weinbaubezirke hinaus. Sie erstreckt sich über Südeuropa — Spanien, Südfrankreich, die Apennin- und Balkanhalbinsel — durch die südrussischen Steppen nach Süd- und Westasien und bis nach Hindustan und Java. In der Richtung Süd-Nord reicht das Verbreitungsgebiet von den Steppen Zentralafrikas über Algier und Marokko bis zu den Alpen.

Auch Mantis ist durch das Rhonetal nordwärts bis nach Genf marschiert, wo sie etwa am Salève vorkommt, und hat längs des Genfersees vordringend die sonnenwarmen Hügel bei Sitten und Siders im Wallis besiedelt. Der Weg durch die burgundische Pforte führte die Heuschrecke an die heissesten Plätze der den Vogesen vorgelagerten Kalkhügel. Dort tritt Mantis heute noch auf, doch in verhältnismässig seltenen und kleinen Exemplaren, wie *Döderlein* sagt. Sie geht nördlich bis zum Nationalberg bei Oberehnheim, südlich bis in die Nähe von Thann und war früher am häufigsten auf dem als Brennpunkt xerotherm südlichen Tierlebens schon wiederholt genannten Bollenberg bei Rufach. Dort wurde die Gottesanbeterin 1895 entdeckt; doch schon 1912 war das auffallende und schwerfällige Tier durch die blinde Sammelwut von „Naturfreunden" in jener Gegend nahezu ausgerottet. Ähnlich ist das Insekt von den früher besetzten Standorten am Freiburger Schlossberg, bei Frankfurt und Würzburg verschwunden. Zur Fauna des Kaiserstuhls scheint Mantis heute noch zu gehören.

Einen besonders interessanten südlichen Einschlag in die wärmeliebende Tierwelt der elsässischen stark besonnten Hügel liefern überhaupt die Heuschrecken. Ausser den soeben aufgezählten Formen rechnet *Döderlein* zu dieser faunistischen Gruppe u. a. die zwei bekannten, buntflügligen Oedipodaarten O. miniata Pallas und O. coerulescens L., Caloptenus italicus L., Oecanthus pellucens Scop., Platycleis tesselata Charp. und die südeuropäische, bei Barr in einem einzelnen Exemplar auf dem Zaun eines Weinbergs gefangene Phaneroptera quadripunctata Brun.

Von den zahlreichen wärmeliebenden Hymenopteren mag die in warmen Lagen des Basler Gebiets nicht seltene und sogar in der Stadt selbst bekannte Xylocopa violacea L. genannt werden. Ihre eigentliche Heimat liegt am Mittelmeer. Ebenso sei erwähnt, dass es *Huber* gelang, bei Istein Ameisenarten des Genus Camponotus (C. marginatus Latr. var. aethiops Mayr. und C. lateralis Ol.) zu entdecken, als deren nördlichste Vorposten bisher isolierte Kolonien am Genfersee und im Wallis gegolten hatten.

Von xerothermen und xerophilen Schnecken kommen für die Gegend von Basel hauptsächlich Buliminus detritus Müll., Carthusiana carthusiana Müll., Ericia elegans Müll. und die Arten der Gattung Xerophila in Frage.

Die südlichen Spinnen vertritt an den heissen Rebenhügeln des Elsass die grosse und prächtige Argiope brünnichii Scop.

An günstigen Lokalitäten, an nach Süden geneigten und daher der Insolation stark ausgesetzten Halden vor allem, deren Boden

steinig und überaus trocken ist, und die nur spärliche Vegetation bedeckt, fügen sich die Wärme suchenden Tierarten in mehr oder weniger grosser Zahl zu Gesellschaften zusammen. So entstehen kleine Lokalfaunen von ungemein typischem Gepräge. Alle ihre Komponenten bedürfen dieselben äussern Bedingungen, besonders Trockenheit und starke Sonnenbestrahlung. Immer kehrt in diesen Tiergesellschaften der Südhalden und Weinberge ein bestimmter Grundstock von Formen wieder, sodass aus Funden von einzelnen Arten fast mit Sicherheit auf die Gegenwart anderer geschlossen werden kann. Im Hochsommer, vom Juli bis zum August, entfaltet sich an solchen Orten das reichste Leben xerothermer Arten und Individuen.

Die der Stadt Basel am nächsten liegende Kolonie wärmeliebender Tiere besiedelt den nach Süden in einen Rebenhang abfallenden Hornfelsen bei Grenzach. Sie setzt sich, nach *Hubers* Zusammenstellung, aus folgenden, hauptsächlich im Mittelmeergebiet verbreiteten Arten zusammen: Xerophila ericetorum Müll., Pupa frumentum Drap., Ericia elegans Müll., Buliminus detritus Müll., Pomatias septemspiralis Raz., Porcellio pictus Brdt., Cylisticus convexus de Geer, Armadillium vulgare Latr., Argiope brünnichii Scop., Theridium nigrovariegatum Sim., Th. denticulatum Walck., Atypus piceus Sulzer, Dipoena nigrina Sim., Prosthesima vespertina Thor, Cicindela campestris L., Triecphora vulnerata Illig., Zygaena ephialtes var. peucedani Esp., Lacerta viridis Gessn. und L. muralis Laur.

Ähnlich, wenn auch weniger artenreich, fügt sich eine isolierte wärmebedürftige Tiergenossenschaft im südlichen Basler Jura am Schleifenberg bei Liestal. Auch hier handelt es sich um eine sonnige Südwesthalde, die früher Reben trug, während heute Wald und Wiese den Weinbau stark zurückgedrängt haben. Wärmespeichernde Felsinseln unterbrechen den Hang. Der Artenbestand weist neben 7 schon für den Hornfelsen genannten Formen auf: Pupa secale Drp., Ascalaphus coccaius Schifferm., Thecla ilicis Esp., Plusia gutta Gn., Agrotis saucia Hb., Thecla acaciae Fab. und Polia rufocincta H. G.

Dass aber weitaus die reichsten Xerotherm- und Xerophilkolonien unserer Gegend im Kaiserstuhl und in den rebenbekränzten Vorbergen des Schwarzwalds und der Vogesen blühen, wurde schon betont. Dabei kann es nicht überraschen, dass besonders der nach Süden abfallende Eckpfeiler der grossen Durchlasspforte zwischen Vogesen und Jura mediterrane Faunenelemente in beträchtlicher Zahl aufweist. Aber

auch die nach Norden in das burgundische Tor am weitesten vorspringenden Felsen von Pfirt sollen, nach *Döderlein,* nicht arm an südlichen Tieren sein. So wäre die Wegenge der alten Verbreitungsstrasse beidseitig von zurückgebliebenen Torwachen besetzt.

Das Auftreten südlicher, wärmeliebender Tierkolonien mitten im zusammenhängenden Bestand der zentraleuropäischen Fauna fand eine doppelte Erklärung, und heute noch stehen sich die Ansichten der Zoologen über den überraschenden Befund unvermittelt gegenüber.

Den einen gelten die Kolonien als Überreste einer spät- und postglacial unter der Herrschaft eines trockenen und warmen Steppenklimas auch in unserer Gegend allgemein verbreiteten Tierwelt. Sie hätten sich nach Ablauf der Steppenzeit, als die Temperatur allmählich sank und die Feuchtigkeit zunahm, inmitten der vordringenden Waldfauna an Orten gehalten, die ihren Ansprüchen an Wärme und Trockenheit genügen. Heute bilden die Kolonien isolierte Inseln von faunistisch südlichem und südöstlichem Gepräge. Es sind Relikte einer von der Jetztzeit klimatisch abweichenden, vergangenen Epoche. In diesen Überresten spiegelt sich die „Xerothermperiode" noch in der Gegenwart wieder, ähnlich etwa, wie die Erinnerung an die diluviale Vergletscherung in manchen Bestandteilen der Tierwelt kühler und dauernd tieftemperierter Lokalitäten des Festlands und des Wassers weiterlebt.

Auf Grund geographischer Betrachtung der wirbellosen Tierwelt der Schweiz kommt besonders *Stoll* (42) zum Schluss, „dass bis jetzt keine zoogeographischen Tatsachen vorliegen, die gegen die Existenz einer besonderen xerothermischen Klimaperiode sprechen, wohl aber eine Reihe von Tatsachen, die eine solche höchst wahrscheinlich machen."

Gegen die Hypothese einer postglacialen Xerothermperiode und ihrer in der heutigen Fauna Mitteleuropas noch deutlich erkennbaren Nachwirkungen hat sich vielfacher Widerspruch erhoben. Nach kritischer Prüfung des neueren faunistischen Materials fasst *Huber* seine Ansicht in folgenden Sätzen zusammen:

„Zur Erklärung der Existenz der Kolonien wärmeliebender Tiere in unserer Fauna ist es durchaus nicht notwendig, die Existenz einer wärmeren „Steppenzeit" anzunehmen. Wie wir heute noch südliche Einwanderung verfolgen können, so wird sich je und je günstigen Einwanderungsstrassen entlang ein Eindringen südlichen Lebens in unser Gebiet vollzogen haben. Die Gebiete, die noch heute durch ihre physikalischen Eigenschaften Brennpunkte der klimatischen Sonderstellung sind (Kalkflühe, Schotterfelder, Lössterrassen) haben diese Eigenschaft von jeher besessen, und wie sie heute der südlichen Fauna und Flora den Weg nach Norden weisen,

so muss es seit der Entblössung des Landes von den Eismassen gewesen sein."

An anderer Stelle zeichnet *Huber* das Bild eines seit dem Rückgang der diluvialen Gletscher ununterbrochen fliessenden und nach Norden gerichteten Stroms südlicher Einwanderer mit den Worten:

„Ohne die Annahme einer höheren Temperatur des Jahrs oder auch nur des Sommers machen zu müssen, können wir uns denken, dass der Einwanderungsstrom sich an den durch ihre Lage und Bodenbeschaffenheit begünstigten Halden und Hängen entlang zog."

Zu ähnlichen Schlüssen kam *Bollinger* (3) bei der Bearbeitung der Schnecken des Gebiets von Basel. Er sieht die Gegenwart wärmeliebender Gastropoden im Norden der Alpen nicht als einen Beweis für die Existenz einer postglacialen Steppenzeit an. Vielmehr fasst er den faunistischen Befund als das Ergebnis einer seit der Gletscherzeit langsam sich vollziehenden und heute noch weiter dauernden Zuwanderung auf, die sich von Süden nach Norden richtet und als Bahnen die warmen Berghalden benützt.

Huber stützt seine Ansicht durch folgende Betrachtungen:

Die Bestände xerothermer Tiere in Basels Umgebung blühen auch heute noch an Arten- und Individuenzahl. Sie erwecken durchaus nicht den Eindruck bedrängter und aussterbender Reliktenkolonien einer früher üppiger entwickelten Fauna. Die Vermehrung der meisten ihrer Bestandteile geht lebhaft vor sich, und der Formenreichtum, besonders der Kolonien im Elsass und in Baden, steigert sich in günstigen warmen Jahren durch Zuflug südlicher Schmetterlinge, Käfer und Hymenopteren. Manche dieser zufälligen aktiven Ankömmlinge mögen im Lauf der Zeit und nach wiederholten Versuchen an den warmen und trockenen Südhalden unserer Gegend endgültiges Bürgerrecht erwerben. So dürfte sprunghaftes Vordringen fliegender Tiere nach Norden seit der Eiszeit kein ungewöhnliches Ereignis gewesen sein; denn seit dem Rückgang der Gletscher boten warme Südhänge und heisse Schotter- und Sandfelder den Fliegern auf dem nach Norden gerichteten Flug erwünschte Zwischenstationen und Etappen.

Manche der xerothermen Tiere unserer Nachbarschaft endlich wehren sich nicht etwa mühsam gegen das Vordringen der allgemein verbreiteten Waldfauna; sie vergrössern im Gegenteil durch Eroberung ihr Wohnareal. So verbreitet sich Ascalaphus coccaius in der Rheinebene rasch nach Norden und beginnt bereits die früher von ihm unbewohnten Nebentäler des Rheins zu besetzen. Scutigera coleoptrata hat sich in den letzten Jahrzehnten die elsässischen Rebenhügel in immer fortschreitendem Mass unterworfen, und sogar schwer bewegliche Schnecken, wie Buliminus

detritus und Ericia elegans, erweitern an manchen Stellen ihr Gebiet durch langsam sich abspielende Eroberungszüge. Wo aber südliche Tiere in unserem Faunenbezirk allmählich seltener werden und dem Aussterben entgegengehen, wie die grüne Eidechse und die Gottesanbeterin, fällt die Schuld fast ausschliesslich auf die zerstörende Tätigkeit des Menschen.

Aus den angeführten Tatsachen erhellt, dass die Südelemente der mitteleuropäischen Tierwelt sich auch in der Jetztzeit wohl fühlen, ohne in ihrem Gedeihen und in ihrer fortschreitenden Ausbreitung durch ein Steppenklima begünstigt zu werden.

Wenn dem nach Norden gerichteten Vormarsch geflügelter, oder mit guten Gehapparaten ausgerüsteter Tiere unüberwindliche Hindernisse kaum entgegentreten, sind dagegen der Gebietserweiterung schwer beweglicher Geschöpfe sehr viel festere und nur in langen Zeiträumen zu bezwingende Schranken gezogen. Immerhin scheinen auch diese Grenzen des Wohnorts nicht unverrückbar zu sein. Das wird sich an anderer Stelle dieses Aufsatzes bei der Schilderung der Verbreitung der zu passiver Verschleppung und aktiver Wanderung wenig geeigneten Diplopoden ergeben. Auch die ortfesten Schnecken treten etwa in abgesprengten, durch Vorrücken neugegründeten Kolonien auf. So kennt *Huber*, nach den Angaben *Baumbergers*, eine frische, jährlich Raum gewinnende Ansiedlung von Buliminus detritus bei Balstal, die vom Wohngebiet der Art durch für die Species unbewohnbares Gelände getrennt ist. *Bollingers* (3) Mitteilungen über geduldigen aktiven Vormarsch kalkholder Schnecken, der zur Besiedlung von Ruinenresten und Mauern mitten im Urgebirge führt, gehören in gewissem Sinn ebenfalls in diesen Zusammenhang.

Doch lässt sich nicht verhehlen, dass das isolierte Vorkommen wenig beweglicher wärmeliebender Tiere in Zentraleuropa noch vielfach der Erklärung bedarf. Die Annahme aktiver oder passiver, bis heute sich vollziehender Einwanderung aus dem Süden stösst auf mancherlei Schwierigkeiten, sodass die Theorie von der Existenz einer xerothermen, postglacialen Steppenzeit im nordalpinen Vorkommen schwer beweglicher Tiere des Südens am ehesten eine faunistische Stütze findet. Doch darf nicht vergessen werden, dass die schwerbeweglichen Formen unter den Xerothermen des nordalpinen Gebiets nur eine kleine Minorität darstellen. Die meisten wärmeliebenden Tiere unserer Gegend bewegen sich leicht und tragen sogar Flügel. Das zeigt schon ein Blick auf die sehr summarische Zusammenfassung, die über die Xerothermenfauna oben gegeben wurde. Von den schwer beweglichen Arten eignen sich zudem die meisten zu passiver Vertragung. Damit verliert das Argument an Gewicht, das die Gegen-

wart wenig bewegungsfähiger Südformen im Norden der Alpen als Beweis der Existenz einer postglacialen warmen Steppenzeit betrachten möchte.

Ein weiterer Punkt verdient bei derartigen Erwägungen volle Berücksichtigung. Die fortschreitende zoologische Erschliessung des Gebiets wird manchen neuen Fundort xerothermer Geschöpfe aufdecken und manche scheinbar abgeschnittene, von wärmeliebenden Tieren bevölkerte Insel als blossen Bestandteil eines grösseren Verbreitungsareals erkennen lassen. Mancher schmale und versteckte Wanderweg, den auch schwerfällige Geher mit Erfolg betreten konnten, wird offenkundig werden.

Endlich muss der Verschleppung einzelner Arten von der südlichen Heimat nach sekundären nordalpinen Wohnplätzen durch den Menschen, durch ziehende und fliegende Geschöpfe, durch den Transport von Haustieren und Kulturpflanzen eine gewisse Bedeutung beigemessen werden. Immerhin mag dieser Weg passiver Einfuhr nur für einzelne Formen und engbegrenzte Lokalitäten, nicht aber für ganze Tiergesellschaften und für die Besiedlung weitgedehnter Areale Geltung besitzen.

Dem Import von Weinstöcken verdankt unsere Fauna wahrscheinlich die leicht verschleppbare Scutigera coleoptrata und einige xerophile Schnecken. Mit Gemüsesetzlingen dürfte die südliche Helicogena aspersa in die Felder von Neudorf und einige Gärten von Basel und Kleinhüningen Einzug gehalten haben. Bei Arlesheim bildete sich in jüngster Zeit eine blühende Kolonie des schönen Tiers in einem engen, verwahrlosten Gartenwinkel. Die Entstehung der Ansiedlung geht auf die Einfuhr italienischer Schnecken zu Speisezwecken zurück.

Ob nun aber die Einwanderung der wärmeliebenden Elemente in die Umgebung von Basel in eine weit zurückliegende Xerothermperiode datiert, oder als ein heute noch weiterschreitender Prozess betrachtet werde, eines scheint festzustehen. Der Zufluss vollzog oder vollzieht sich von zwei Seiten her, aus dem pontischen Südosten Europas und aus dem Mittelmeergebiet. In der warmen Oberrheinebene mischen sich die von beiden Seiten eintreffenden Zuwanderer; hier stehen die meisten pontischen Arten auf ihren westlichsten Vorposten; viele der mediterranen Formen dringen im Norden bis zur Linie Freiburg-Kolmar vor; andere machen erst in der Eifel Halt und besetzen das Maintal bis nach Würzburg.

Der südöstliche Zufluss zur oberrheinischen Fauna nimmt seinen Ursprung in den sarmatischen Steppen und auf den offenen Grasfluren Ungarns, er fliesst noch stark bei Wien, und verarmt im Donautal gegen Passau und an den Hängen des schwäbischen Juras.

Am Oberrhein endlich wird der Strom zum schwachen Faden. Wenige Schnecken und Insekten verschiedener Ordnungen setzen dort den pontischen Einschlag in die Fauna zusammen, und nicht immer lässt sich der südöstliche Ursprung der einzelnen Elemente mit der wünschenswerten Klarheit festlegen.

Dass auch in der Wasserfauna der Rheinebene bei Basel Anklänge aus dem Südosten nicht fehlen, wurde früher betont. Der Diaptomus Siebenbürgens und des Triestiner Karsts, D. transsylvanicus, schiebt sich im Westen bis in die Sumpfgegend von Neudorf vor und stösst dort auf den durch die burgundische Pforte aus dem Südwesten eindringenden D. vulgaris. Lithoglyphus naticoides überschreitet, von seiner sarmatischen Heimat ausgehend, den Hüninger Kanal nach Westen nicht. Diesen am meisten westlich vorgerückten Standort seines Wohngebiets bezog Lithoglyphus wahrscheinlich auf passiver Fahrt mit Flössen und Schiffen.

Bei diesem Anlass mag erwähnt werden, dass auch die Kolonie von Neritina fluviatilis im Kanal heute noch blüht und nicht, wie 1911 vermutet wurde, verschwunden ist.

Sehr viel bedeutungsvoller für die Gestaltung der Basler Fauna, als der südöstliche Zufluss, erweist sich der durch die burgundische Pforte flutende Strom südlicher und südwestlicher Zuwanderer. Er zweigt von der grossen süd-nördlich gerichteten Rhonestrasse bei Lyon ab, um dem Saonetal zu folgen. Das Tor zwischen Vogesen und Jura gestattet ihm Zutritt zur Rheinebene. An der Schwelle der Pforte, auf den Berghängen von Giromagny und Lachapelle-sous-Rougemont, blieben manche südlichen Tiere stehen. Besonders schwächeren Wanderern, Diplopoden etwa, die *Verhoeff* (51) aufzählt, gelang es bis heute noch nicht, den geographisch wichtigen Durchpass zu überwinden. Andere beweglichere Geschöpfe dagegen haben das Tor längst durchwandert und die Spitzen ihrer Marschkolonne weit nach Osten vorgesandt.

So wohnt, entgegen früheren Angaben, der durch die burgundische Pforte eingedrungene Springfrosch heute schon weit westlich von Basel. *Leydig* fand das sehr bewegliche und behende Tier vor längerer Zeit am Mittelmain, und *Stoll* meldet Rana agilis Thom. für verschiedene Lokalitäten im Kanton Zürich bis zu seiner Ostgrenze. Immerhin bezeugt die Seltenheit des Froschs im Elsass, am Main und in der Ostschweiz, dass der Batrachier in jenen Gegenden am äussersten Rand seiner Verbreitung steht und vielleicht erst im Begriff ist, das Gebiet auf der im Südwesten anhebenden Wanderung zu bevölkern.

Zu den in neuerer Zeit aus dem Westen durch die burgundische Pforte in das Basler Faunengebiet passiv Eingewanderten stellt *E. Graeter* auch den seltenen Euphyllopoden Tanymastix lacunae Guerin (19, 20) (Chirocephalus stagnalis L. der Mitteilung von 1911).

Der Krebs erfüllt in grossen Mengen den periodisch aus der Erde quellenden und wieder versickernden Eichener See, der zwanzig Kilometer nordöstlich von Basel im rissigen Muschelkalk des Dinkelbergs liegt. Bei vollständiger Füllung erreicht das ephemere Gewässer eine Länge von 255 Metern und eine Tiefe von drei Metern; es entsteht oft nur alle zwei bis drei Jahre, so oft ein unterirdisch fliessender Bach seinen Wasserüberschuss an die Erdoberfläche abgibt.

Dann erscheinen auch sehr bald die Scharen der durch Grösse und bunte Färbung auffallenden Phyllopoden und durchschwimmen das Seewasser in sanft geschwungenen Kurvenlinien. Die Begleiter von Tanymastix im Eichener See sind Cyclops strenuus und Cypris virens Jur.; zugewanderte Amphibien und zugeflogene Insekten benützen den See als Brutstätte und bereichern so die artenarme Fauna des bald wieder verschwindenden Gewässers.

Die Trockenzeiten überdauert Tanymastix in der Form widerstandsfähiger Eier. Aus trockenem Moos und aus der Erde des Seegrundes lassen sich die Krebse durch Wasserzusatz aufziehen.

Tanymastix ist ein eurythermes Warmwassertier, das nicht unbeträchtliche Temperaturschwankungen ohne Schaden erträgt. Seine weithin isolierten Wohnorte liegen an drei Lokalitäten des zentralen Frankreich, an zwei Stellen in Ungarn, je in einem Gewässer Südschwedens und Norwegens und endlich im Eichener See, im südwestlichen Winkel Badens. Eine nahe verwandte Art, die einzige die sonst noch zum Genus Tanymastix zählt, lebt in Algier.

Zwischen den zentralfranzösischen Fundorten und dem Eichener See bei Basel fand *E. Graeter* (20) in neuester Zeit eine weitere von T. lacunae bewohnte Örtlichkeit. Es ist dies der kleine, dolinenartige Bergsee „Les Posots“ im nördlichen Neuenburger Jura an der Passstrasse von Les Verrières. Das unansehnliche Gewässer liegt in einer Meereshöhe von 959 Metern und teilt mit dem Eichener See (464 m Höhenlage) die Eigentümlichkeit periodischen Auftretens und Verschwindens.

Im jurassischen Bergweiher bleiben die Exemplare von Tanymastix spärlicher und kleiner, als im See am Westhang des südlichen Schwarzwalds. *Graeter* mag mit seiner Ansicht recht behalten, dass Les Posots, wie der Eichener See, Stationen auf der von Westen nach Osten ziehenden Ausbreitungsstrasse von T. lacunae darstellen. Das hochgelegene Juragewässer indessen hätte dem Krebs

nur wenig günstige Lebensbedingungen geboten. Durch die burgundische Pforte, „durch welche die westlichen Winde frei nach Osten streichen", wäre die passive Verschleppung der Eier vor sich gegangen, für die natürlich der Rhein keine Schranke bildet.

Über die Biologie von Tanymastix lacunae geht eine umfangreiche Arbeit in der Basler Zoologischen Anstalt der raschen Vollendung entgegen.

Kaum eine zweite Tiergruppe eignet sich besser zu zoogeographischen Betrachtungen, als die Diplopoden. Ihre Vertreter erheben die verschiedensten Ansprüche an die Temperatur des Wohnorts. Zu thermisch indifferenten, eurythermen Formen gesellen sich stenotherme Kälte- und Wärmetiere, von denen die ersteren kühle und feuchte Verstecke, die letzteren trockene und heisse Schlupfwinkel verlangen. So gelingt es, die über den Zusammenhang von Temperaturbedürfnis, Vorkommen und Verbreitungsgeschichte bei anderen Tieren gewonnenen Resultate durch das Studium der Diplopoden zu zu vertiefen und zusammenfassend zu ordnen.

Dazu kommt die ökologische Besonderheit der Diplopoden. Ihr verborgener Aufenthalt im Moos und Mulm, unter Steinen und Baumrinde schränkt die Möglichkeit passiver Verschleppung und die vielen in der Verbreitung der Tiere sich wiederspiegelnden Zufälligkeiten solchen Transports stark ein. Aktives Wandern spielt bei der Ausbreitung der Diplopoden von Ort zu Ort weitaus die Hauptrolle.

Die mit eigener Kraft unternommenen Eroberungszüge aber gehen langsam und schleppend vor sich; denn die Diplopoden verfügen nur über geringe Bewegungsfähigkeit. Ihren Zügen werden zudem durch die besonderen Ansprüche der Wanderer an Temperatur, Licht und Feuchtigkeit des Wohnorts, sowie an die Nahrung, zum voraus ganz bestimmt verlaufende Bahnen vorgezeichnet.

Die Langsamkeit der Wanderung bewirkt, dass die geographische Verteilung der Diplopoden heute an manchen Orten noch in einem Stadium steht, das von leicht beweglichen, fliegenden und gehenden Tieren vielleicht schon vor langer Zeit als Durchgangsstation während der fortschreitenden Ausbreitung durchmessen wurde. Daher erlaubt das Studium der heutigen Diplopodenverteilung vorsichtige Rückschlüsse auf die Verbreitungsschicksale anderer, bewegungsfähiger Tierabteilungen. Die auf klimatische, geologische und ökologische Veränderungen der Aussenwelt nur durch wenig ausgiebige Wanderungen reagierenden Tiere erhalten, gerade durch ihre Langsamkeit, eine grössere zoogeographische Bedeutung.

Verhoeff spricht dieselben Gedanken in seinen Aufsätzen wiederholt aus (45—52). „Das langsame, schrittweise Sichausbreiten der

Diplopoden,“ schreibt der genannte Autor, „gestattet uns, sie auf ihren Zügen im Laufe der Zeiten und Klimaschwankungen besser zu verfolgen, als fast alle anderen Tiere.“ An anderer Stelle findet sich der Satz: „Die Diplopoden fehlen in einer bestimmten, klimatisch ihnen sonst zusagenden Gegend oft nur deshalb, weil sie dieselbe auf ihrer langsamen, tausendjährigen Wanderschaft noch nicht erreicht haben.“

Aus allen diesen Betrachtungen ergibt sich die eindringliche Mahnung, bei der Vergleichung des geographischen Vorkommens einzelner Tiergruppen, neben den ökologischen und historischen Faktoren, die den Gang der Ausbreitung regeln, auch die verschiedene Eignung zu passiver Übertragung und vor allem die verschiedene aktive Beweglichkeit der in Vergleich gezogenen Tiergruppen zu berücksichtigen. Nur unter dieser Bedingung lassen sich tiergeographische Fehlschlüsse vermeiden.

Die Diplopodenfauna der Umgebung von Basel fand ihren Bearbeiter in *W. Bigler* (1, 2); vor ihm schon, und wieder nach dem Erscheinen seiner zusammenfassenden Arbeit wies *Verhoeff* (45—52) in einer Reihe inhaltsreicher Aufsätze auf die zoogeographische Wichtigkeit hin, die eine genaue Durchforschung der Diplopodenbevölkerung des südwestlichen Deutschlands und der angrenzenden Teile der Schweiz beanspruchen kann. Die faunistische Erschliessung des Gebiets ist von beiden Autoren mit grossem, zielbewusstem Eifer betrieben worden, sodass ihre Befunde auf tiergeographische Verwendung allen Anspruch erheben können.

Die Artenzahl der Diplopoden in Basels weiterer Umgebung beziffert *Bigler* auf 51; je eine der Spezies tritt in zwei und drei, zwei Arten treten in fünf Rassen auf. Neu beschreibt der Autor fünf Species, zwei Subspecies, neun Varietäten und drei Monstruositäten. Dieser stattliche Bestand einer sonst nicht allzu umfangreichen Tiergruppe findet seine Erklärung unschwer in der bewegten geologischen Geschichte der Basler Gegend, in der Mannigfaltigkeit der Bodengestaltung, in der Fülle verschiedenartiger Wohnorte, die der Bezirk bietet und im bunten Wechsel der klimatischen Verhältnisse auf engem Raum.

Ein Charakterzug prägt sich zahlreichen Arten der Basler Diplopoden auf, die Vorliebe für feuchte und gleichmässig tieftemperierte Wohnorte. Wenn sich zu dieser ökologischen Eigenschaft noch die geographische Eigentümlichkeit gesellt, dass die fraglichen Formen vor allem im Hochgebirge und etwa im Norden sich verbreiten, so liegt der Schluss nahe, dass wir auch in diesem Fall den in versteckte Refugien verbannten Trümmern einer einst herrschenden, kälteliebenden Eiszeitfauna gegenüberstehen.

Zwei Beispiele mögen dies erläutern. Leptojulus simplex glacialis Verh. meidet die warme Ebene und die sonnigen Vorhügel ganz. Er bevölkert die kühlen, feuchten Bergschluchten des Jura, der Vogesen und des Schwarzwalds und erklimmt unter dem Schattenschutz der Wälder die Gipfelzone dieser Gebirge. Seine Aufenthaltsorte teilt Leptojulus alpivagus suevicus Verh. *Bigler* fand das Tier in der tiefen Waldschlucht der Galerie du Pichoux im Berner Jura und im schattigen Schneckenloch. Sonst besetzt der Diplopode die in über 2000 m Erhebung liegende Alpenzone der Ostschweiz und Westtirols, ohne in die Wälder hinabzusteigen und steht mit einer vom Hochgebirge losgelösten Kolonie in vor Sonnenstrahlen geschützten Schluchten am Rande der Rauhen Alp.

Verhoeff und seinem Vorschlag folgend *Bigler* kommen zum Schluss, dass sich bei Basel drei Bezirke der Diplopodenverbreitung treffen, der durch das Dreieck Konstanz-Basel-Bruchsal begrenzte „alemannische Gau", der „elsässische Gau", der vom Rhein bis zur burgundischen Pforte reicht, und der im Süden anschliessende „helvetische Gau". Jedes der drei Gebiete kennzeichnet sich durch den Besitz spezifischer Diplopodenformen; doch fällt für die einzelnen Bezirke der Reichtum an endemischen Arten sehr verschieden aus.

Besonders scharf hebt sich faunistisch der alemannische Gau ab. Die neuesten Aufstellungen *Verhoeffs* teilen ihm 16 eigentümliche Diplopoden und ausserdem noch sechs nicht endemische, aber doch charakteristische Formen zu.

Viel ärmer ist der elsässische Gau. Von seinen 23 Arten und fünf Rassen von Diplopoden kann *Bigler* nur eine als durchaus typisch für das Gebiet anerkennen. Indessen stellt *Verhoeff* durch neuere Funde fest, dass auch Monacobates tenuis Bigl. für das Elsass als endemisch betrachtet werden müsse.

Dem helvetischen Gau endlich kommen von einer Gesamtzahl von 32 Arten und Unterarten vier typische Taussendfüsser zu. In seinen Grenzen fällt die faunistische Führerrolle der Gattung Helvetiosoma mit mehreren Arten und Unterarten zu.

Den auffallenden Unterschied im Diplopodenreichtum des Elsass und Südbadens, der sich besonders in den sehr verschiedenen Zahlen der endemischen Formen beider Gebiete ausspricht, erklären die Autoren wieder durch in der Vergangenheit und in der Gegenwart wirksame Faktoren.

Die starke diluviale Vergletscherung der Vogesen vernichtete wohl zum grössten Teil die präglaciale Diplopodenwelt des Gebiets. Nur die im Elsass endemische Art Xylophageuma zschokkei Bigl. dürfte die Unbill der Eiszeit an Ort und Stelle überdauert haben. *Bigler* entdeckte das Tierchen im feuchten Moos und unter

faulendem Holz schattiger Höhenwälder und kühler Taleinschnitte der Vogesen. Eine Parallelform, X. v o m r a t h i Verhoeff, lebt jenseits des Rheins im Schwarzwald, sowohl unterirdisch in der Hasler Höhle bei Wehr, als in Waldschluchten des Oberprech- und Gutachtals.

Die Gattung X y l o p h a g e u m a charakterisiert durch ihr endemisches Auftreten die Südwestecke Deutschlands. Ihre beiden engverwandten, durch den Rhein getrennten Arten mögen einem gemeinsamen, früher über das heutige Elsass und Südbaden allgemein verbreiteten Vorfahr entstammen. Die miocäne Grabenversenkung des Rheintals mit ihren hydrographischen Folgen von See- und Flussbildung zerriss das einheitliche Wohngebiet und öffnete die divergierenden Wege, die zur Entstehung der elsässischen und der badischen Art, X y l o p h a g e u m a z s c h o k k e i und X. v o m r a t h i führten. Beide verliessen während der Vergletscherung ihre Heimstätte nicht; die bescheidenen Ansprüche beider an Temperatur, Wohnort und Nahrung sprechen noch heute für im Leben der Art weit zurückliegende, entbehrungsreiche Zeiten.

Seit dem Abschmelzen der diluvialen Eismassen bis zur Gegenwart stellten sich einer Neueinwanderung von Diplopoden in das Elsass aus dem reichen Westen und Südwesten Frankreichs hemmend die Stromschranken der Maas, Mosel, Seine und Loire entgegen. Auch das Rhonetal, so nimmt *Verhoeff* an, bot in spätglacialer Zeit den Tausendfüssern keine günstige Wanderstrasse von Süden nach Norden. Zu weit, bis gegen Lyon, stiess die gewaltige Eismauer des Rhonegletschers vor, und an die rechte Flusseite drängten sich die französischen Mittelgebirge zu nahe heran. Später erst, in postglacialer Zeit, mag eine ausgiebigere Zuwanderung längs Rhone, Saone und Doubs und durch die burgundische Pforte zwischen Vogesen und Jura südliche Diplopoden nach der elsässischen Oberrheinebene geführt haben. Doch die Reise vollzog sich mit diplopodenhafter Langsamkeit. Die ersten Ankömmlinge aus dem Süden haben einstweilen nahe am burgundischen Tor Halt gemacht. Dort stellte *Verhoeff* im Geröll einer warmen Rebhalde bei Rufach das für Deutschland überraschende Auftreten der mediterranen Formen S c h i z o p h y l l u m r u t i l a n s C. K. und C h a e t e c h e l y n e v e s u v i a n a Newp. fest.

Ein Zufluss von Diplopoden aus dem helvetischen Gau nach dem Elsass stiess in vergangener Zeit ebenfalls auf ein mächtiges Stromhindernis. Denn nach vielfachen Anzeichen floss im späten Pliocän, oder in der frühen Gletscherzeit der Rhein durch die burgundische Pforte nach dem Saonegebiet ab. Später änderte der Strom die Rich-

tung und bog in der Basler Gegend durch das heutige Rheintal nach Norden um. Damit fiel die Schranke zwischen Jura und Vogesen. Begünstigt durch Waldparzellen ziehen seitdem die Diplopoden quer durch das stromlose burgundische Tor von Gebirge zu Gebirge. Das spezifisch helvetische Orthochordeumella fulvum steht heute schon in den Südtälern der Vogesen, und Polydesmus helveticus ist vom Jura her bereits bis in die Gegend von Belfort vorgedrungen. Einzig die Helvetiosomen vermögen aus den Juraschluchten nicht nach Norden vorzubrechen, da der Mangel an tiefeingeschnittenen, kühlen Waldtälern den an Feuchtigkeit und Schatten gewöhnten Tieren in der Pforte Halt gebietet. Die faunistische Tatsache, dass der jurassische Diplopodenbestand zum elsässischen in näheren Beziehungen steht, als zum badischen, findet somit eine historische Erklärung. Zwischen dem Elsass und der Schweiz versiegte schon vor alter Zeit der trennende Strom, der heute noch Jura und Schwarzwald scheidet.

Viel günstiger als in den Vogesen lagen von jeher die geologischen und geographischen Verhältnisse in Südwestbaden für die Entwicklung einer reichen Diplopodenfauna. Der Schwarzwald trug nie eine so mächtige Eisbedeckung wie das elsässische Gebirge. So konnten zahlreiche Diplopoden den lastenden Druck der Gletscherzeit an Ort und Stelle ertragen. Dafür spricht die überraschend grosse Zahl der dem Bezirk heute noch eigenen Formen. *Verhoeff* fasst den Gedanken in den Satz zusammen: „Die im alemannischen Rheinwinkel zusammengedrängten Diplopoden sind, soweit sie als endemische südwestliche Formen zu gelten haben, ein wichtiges lebendiges Dokument dafür, dass in diesem Teile Deutschlands während der Eiszeit kein grönländisches Klima geherrscht haben kann. Es müssen vielmehr zahlreiche Plätze übrig gewesen sein, welche, mit Wald bedeckt, den Diplopoden die erforderlichen Nahrungsmittel liefern konnten.“ Der Autor ist überhaupt geneigt, von den nahezu 180 Diplopodenformen des heutigen Deutschland $^{8}/_{9}$ als alte, präglaciale Einwohner des Gebiets anzusprechen. Ihnen hätten die diluvialen Gletscher nur horizontale und vertikale Verschiebungen, von allerdings oft sehr beträchtlichem Umfang, innerhalb des weiten deutschen Wohnareals gebracht. Lediglich $^{1}/_{9}$ des Diplopodenbestands wäre nach Ablauf der Vergletscherung aus wärmeren Gegenden nach Deutschland eingewandert.

Der spät- und postglacialen Zuwanderung nach dem alemannischen Gau standen weite Tore offen. Die breite Donauniederung und das System ihrer Flüsse bildeten eine wichtige Zufuhrstrasse aus Osten und Südosten, die durch keine querverlaufenden Ströme und durch keinen dem Rhonegletscher vergleichbaren Eis-

riegel gesperrt wurde. Von Wien bis Donaueschingen durchmisst die Donau zudem ein klimatisch gleichförmiges Gebiet.

Alle Bedingungen erfüllten sich, um den südöstlichen Wanderstrom der Myriapoden beinahe ungehindert bis zum nicht überschreitbaren Oberrhein vordringen zu lassen. In Südwestdeutschland mischten sich die Ankömmlinge aus Osten mit dem grossen Bestand bodenfester, präglacialer Elemente.

Als absolut feste Grenze zwischen Osten und Westen wirkt indessen auch der mächtige Rheinstrom nicht. Einigen Glomeriden gelang es, das flutende Hindernis nördlich und südlich zu umgehen. *Verhoeff* zeigt, wie Glomeris marginata die als geographische Schranke junge Flussstrecke Bingen-Bonn überschritt und so den alemannischen Rheinwinkel umwanderte. Zugleich drang das Tier im Süden des Rheins über Pratteln und Stein vor, um auf diesem Umgehungsweg seine Ausspäher bis nach Oberstdorf im Allgäu auszusenden. Ähnliche Flankenmärsche führt Glomeris intermedia aus, ohne einstweilen einen so ausgiebigen Wandererfolg wie ihre Verwandte erzielt zu haben.

An einer Stelle der Oberrheinlinie, auf der Strecke Waldshut-Konstanz, fand in der glacialen und postglacialen Vorzeit ein Austausch von Diplopoden des helvetischen und alemannischen Gaus statt. Dort stossen mehrere typische Schweizerdiplopoden in den Schwarzwald vor, und alemannische Formen überschreiten den Strom nach Süden.

Über die Gegend zwischen Konstanz und Waldshut aber schoben sich einst die gewaltigen Schuttwälle und Eismassen der helvetischen Gletscher. Sie bildeten vielleicht die Brücke, auf der gegen ein rauhes Klima resistente Diplopoden nach Norden zogen. Und wirklich verraten die heute nördlich des Rheins wohnenden schweizerischen Arten in Lebensweise, Aufenthaltsort und Verbreitung eine ausgesprochene Vorliebe für Feuchtigkeit und tiefe Temperatur. Sie steigen auch hoch in die Gebirge hinauf.

Für den Übertritt alemannischer Tausendfüsser nach Helvetien möchte *Verhoeff* eher die feuchte Postglacialzeit in Anspruch nehmen. Auch diese Wanderung spielte sich nach allen Anzeichen auf der Strecke Waldshut-Konstanz und nicht zwischen Waldshut und Basel ab. Damit steht in gutem Einklang der geologische Befund, dass der erstgenannte Teil der Flussrinne in viel jüngerer Zeit als der zweite entstand.

Der Rhein stellt sich auch passivem Transport von Diplopoden nicht als ein unbezwingbares Hemmnis entgegen. *Bigler* macht darauf aufmerksam, dass die helvetische Art Orthochordeumella fulvum nicht nur in die Südvogesen eingedrungen sei, sondern auch

am rechten badischen Rheinufer auf der Trias des Dinkelbergs vorkomme. Umgekehrt ist die in Verwandtschaft und Verbreitung nach Osten weisende Form Craspedosoma simile silvaticum linksrheinisch im Reinacherwald heimisch geworden. Solche auffallende Befunde erklären sich am besten durch den launenhaften Wechsel des mäandrisch fliessenden, hochgehenden Stroms. Jedes Hochwasser des Rheins bringt Veränderungen in der Lage des Strombetts; es gräbt neue sich findende und trennende Arme aus und schafft und zerstört Inseln. Waldstücke vertauschen passiv das Ufer, und mit ihnen wechselt die Fauna den Platz. Was rechtsrheinisch war, gelangt auf die linke Stromseite, und vom linken Flussbord werden durch das ungestüme Wasser Landstreifen und ihre Bewohner nach rechts gedrängt. Die Wellen tragen weggerissene Wurzelstöcke, Büsche und Baumstrünke herüber und hinüber. Manches Tier mag solche Fahrzeuge zur Querung des Stroms benützen. So büsst der Rhein auch für schwerfällige Geschöpfe die Bedeutung einer unverletzbaren Grenze ein. Das wird für die Diplopoden ebensogut gelten, wie für die Schnecken, von denen schon *Bollinger* meldet, dass es manchen Arten gelang, das Flusshindernis zu überschreiten.

Auch *Verhoeff* spricht über den passiven Flussübergang der Myriapoden ähnliche Gedanken aus. „Es muss eine nach der letzten Kälteperiode, aber vor der jetzigen gemässigten Zeit gelegene feuchte Periode gegeben haben, innerhalb welcher die oberrheinische Tiefebene wälderreich und nebelreich gewesen ist, sodass die Craspedosomen im Laufe der Zeiten, indem sie bis an die Ufer des inselreichen und überschwemmungsreichen Rheins vordrangen, hin und wieder über die natürliche Schranke durch grössere Schwimmassen getragen worden sind.“

Ohne weiteres entsteht der Wunsch, mit den für die Diplopoden gewonnenen tiergeographischen Resultaten die Befunde zu vergleichen, die sich für eine andere, mit Bewegungsmitteln ebenfalls nur bescheiden ausgerüstete Tiergruppe ergeben haben. Zu einem solchen Vergleich laden die plumpen Gehäuseschnecken ein. Sie wurden bekanntlich für das weitere Gebiet von Basel faunistisch in sorgfältigster Weise durch *Bollinger* bearbeitet.

Einer genau vergleichenden Gegenüberstellung von Gastropoden und Diplopoden widersetzt sich indessen bis zu einem gewissen Grade der Umstand, dass die Schnecken noch in höherem Masse als die Tausendfüsser in ihrem Vorkommen an die ökologischen Verhältnisse des Wohnorts, sowie an die topographische und besonders petrographische Beschaffenheit des Untergrunds sich binden. Das verleiht der lokalen Schneckenverbreitung in mancher Hinsicht ein Sondergepräge.

Immerhin fehlt dem heutigen faunistisch-geographischen Bild, das die beiden Gruppen im Exkursionsbezirk bieten, nicht mancher gemeinschaftliche Zug.

Der Grundstock beider systematischer Abteilungen datiert in unserer Gegend weit in die Vorgletscherzeit zurück.

Von den 123 durch *Bollinger* in der Lokalfauna aufgefundenen Gastropoden bewohnten die meisten schon präglacial und interglacial den nordalpinen Boden. Der Satz behält seine Geltung: „Die Eiszeit war für unsere Mollusken keine trennende Kluft zwischen zwei Formationen, sondern nur eine, allerdings wenig erfreuliche Episode innerhalb der känozoischen Periode.“ Die voreiszeitlichen Elemente stellen zur modernen Schneckenfauna des Gebiets die umfangreichen Gruppen der paläarktischen Ubiquisten und der boreal-alpinen Bestandteile.

Eine kleine Schar von Schnecken wanderte wiederum nach der Eiszeit aus dem Mittelmeergebiet in die Oberrheingegend ein. Wieder bildete die burgundische Pforte für diese südlichen Zuwanderer ein Haupteinfallstor, und wieder vollzog sich entsprechend der geringen Bewegungsfähigkeit der Vordringenden der Marsch langsam, sodass die Ankömmlinge von Südwesten ihre neuen Wohnsitze in der Basler Gegend erst in verhältnismässig neuer Zeit erreichten.

Auch für die wandernden Schnecken hat der Rhein den Weiterweg nicht vollkommen gesperrt. „Wenigstens,“ so führt *Bollinger* aus, „lässt sich ein trennender Einfluss nicht unbedingt nachweisen.“ In der Quantität der Schnecken allerdings steht der Jura dem rechtsrheinischen Dinkelberg weit voraus. Der Befund erklärt sich durch die topographische Monotonie des letztgenannten Teilgebiets. Qualitativ dagegen entspricht die Schneckenfauna des Dinkelbergs dem linksrheinisch-jurassischen Gastropodenbestand. Nur zwei Pupen und zwei Daudebardien geben dem Triasplateau des rechten Rheinufers durch östlichen und südöstlichen Anklang einen eigenen Charakter.

Diese auf ihrem Vormarsch nach Westen durch den Rhein gehemmten Arten verdienen einige Beachtung.

P u p i l l a c u p a Jen. steht auf dem Isteiner Klotz und bei Inzlingen am Dinkelberg mit seltenen Individuen am äussersten Westrand ihres Verbreitungsgebiets. Nach Osten dehnt sich der Wohnraum der Schnecke über die Alpen von Bayern und Tirol und über die Hohe Tatra bis nach Siebenbürgen und sogar nach Transkaspien. Auch den süddeutschen Jura und das obere schweizerische Rheintal besiedelt das Tier. Es gehört in der Basler Gegend offenbar zu der kleinen aber interessanten Schar südöstlicher, wärmeliebender Einwanderer, die xerophil heisse, trockene Wohnorte aufsuchen.

Wenig bekannt ist das geographische Vorkommen der von *Bollinger* im Flussgenist der Wiese gesammelten Vertigo (Pupa) substriata (Jeff.). Im ganzen weisen die Funde auf eine vorwiegend nördliche Verbreitung.

Im Osten besitzen auch die zwei Daudebardien, D. brevipes Drp. und D. rufa Drp., ihr Verbreitungszentrum. Sie sind häufig in den Karpathen, in Siebenbürgen, in der Krim, im Kaukasus und in den nordöstlichen Mittelmeerländern. Nach Norden verlassen die zwei Schnecken die deutschen Mittelgebirge nicht; im Westen stehen sie am Mittelrhein, doch ist es ihnen an einigen Stellen gelungen, den Strom zu queren und bis an den Ostfuss der Vogesen bei Mülhausen und Schlettstadt vorzugehen. *Bollinger* entdeckte Standorte der Daudebardien bei Bettingen und Grenzach am Dinkelberg.

In umgekehrter Richtung, von Westen nach Osten, glückte der Rheinübergang der xerophilen, im mediterranen Süden von Spanien bis zum schwarzen Meer beheimateten Schnecke Chondrula quadridens Müll. Sie fand den Weg durch die burgundische Pforte in das Elsass und gedeiht heute mit anderen wärmeliebenden Gastropoden am rechten Rheinufer auf dem heissen Kalkklotz von Istein.

So lässt sich der Eindruck nicht verwischen, dass der Rhein für die von Osten und Westen ankommenden Schnecken ein schwer zu besiegendes Hindernis darstellt, dass der breite Strom aber den Wanderweg nicht gänzlich zu sperren vermag. Ob der Flusslauf, wie für die Diplopoden, so auch für die Gastropoden drei scharf getrennte, durch zahlreiche Formen charakterisierte Gaue schafft, bleibt zum mindesten zweifelhaft. Zur endgültigen Beantwortung der Frage fehlt einstweilen noch eine genaue malakologische Durchforschung der Vogesen.

Eine letzte Parallele endlich zwischen den Myriapoden und Schnecken der Basler Fauna bekundet sich in der Vorliebe zahlreicher Vertreter beider Gruppen für den Aufenthalt in dauernd feuchten und kühlen Verstecken, in halb unterirdischen Ritzen, Höhlen und Klüften, im Moos und Mulm des Waldbodens. Oft kommt zu dieser ökologischen Besonderheit noch die Eigentümlichkeit des geographischen Vorkommens in den Hochalpen zugleich und im Norden. Dann drängt sich wieder der Gedanke auf, dass in Lebensweise und Verbreitung der betreffenden Tiere die Erinnerung an die Eiszeit und an ihren tiefen Temperaturstand weiterlebe.

Die kleine lokale Tierwelt von Basels Umgebung dokumentiert sich nach den neueren Forschungen immer deutlicher als eine im Lauf der Zeiten aus mancherlei Quellen und auf verschiedenen Wegen zusammengeströmte Mischfauna. Die Wanderwege und die Wander-

zeiten treten heute klarer zutage, und immer bestimmter zeichnet sich der Einfluss, den ökologische Ansprüche der einzelnen Komponenten in der Jetztzeit und in der Vergangenheit auf die Fügung und Verteilung der Gesamtfauna im Gebiet ausübten. Die wechselvolle Geschichte der Gegend, ihres Untergrunds und ihres Klimas gestaltete auch das Schicksal der Tierbevölkerung mannigfaltig und wechselreich.

Literaturverzeichnis.

1. *Bigler, W.* Xylophageuma zschokkei n. sp. und einige neue Craspedosomiden. Zoolog. Anzeiger, Bd. 39, 1912.
2. — Die Diplopoden von Basel und Umgebung. Revue suisse de Zoologie, Vol. 21, 1913.
3. *Bollinger, G.* Zur Gastropodenfauna von Basel und Umgebung. Basel 1909.
4. *Bornhauser, K.* Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. Internat. Revue gesam. Hydrobiologie u. Hydrographie. Biolog. Suppl., Serie IV u. V. 1912.
5. *Chappuis, P. A.* Ueber die systematische Stellung von Bathynella natans Vejd. Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, 1914.
6. — Ueber das Excretionsorgan von Phyllognathopus viguieri. Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, 1914.
7. — Bathynella natans und ihre Stellung im System. Zoolog. Jahrbücher. Abtlg. Syst., Geogr., Biol. d. Tiere, Bd. 40, 1915.
8. — Viguierella coeca Maupas. Revue suisse de Zoologie, Vol. 24, 1916.

8a. — Die Metamorphose einiger Harpacticidengenera. Zoolog. Anzeiger, Bd. 48, 1916.

9. *Döderlein, L.* Die Tierwelt von Elsass-Lothringen. In: „Das Reichsland Elsass-Lothringen.“ Strassburg 1895.
10. — Die Tierwelt von Elsass-Lothringen. Festgabe d. Deutschen Apothekervereins, Strassburg 1897.
11. — Ephippigera vitium, eine im Elsass neu aufgefundene Heuschrecke. 1898.
12. — Ueber die im Elsass einheimischen Heuschrecken. Mitteilungen Philomath. Ges. Elsass-Lothringen, Bd. IV, 1911.
13. — Beitrag zur Geschichte der drohenden Ausrottung von Mantis religiosa und Parnassius apollo im Elsass. Mitteilungen Philomath. Ges. Elsass-Lothringen. Bd. IV, 1911.
14. — Beobachtungen über elsässische Tiere. Mitteilungen Philomath. Ges Elsass-Lothringen. Bd. V, 1913.
15. *Felber, J.* Köcherfliegengehäuse im Gebiete der Ergolz. Tätigkeitsbericht Naturf. Ges. Baselland, 1907—1911.
16. *Geyer, D.* Die Lartetien des süddeutschen Jura- und Muschelkalkgebietes. Zoolog. Jahrb. (Systematik), Bd. 26, 1908.

17. *Graeter, A.* und *Chappuis, P. A.* Cyclops sensitivus n. sp. Zoolog. Anzeiger, Bd. 43. 1914.
18. *Graeter, E.* Die Copepoden der unterirdischen Gewässer. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 6, 1910.
19. — Chirocephalus (Tanymastix) stagnalis Linné im südlichen Schwarzwald. Internat. Revue gesamt. Hydrobiologie u. Hydrographie, Biolog. Supplement, zweite Serie, 1912.
20. — Tanymastix lacunae Guérin in einem schweizerischen Gewässer. Revue suisse de Zoologie, Vol. 23, 1915.
21. *Haberbosch, P.* Ueber arktische Süsswassercrustaceen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 47, 1916.
21a. — Ueber Süsswasser-Harpacticiden. Archiv Hydrobiol. Planktonkunde, Bd. 11, 1916.
22. *Heinis, F.* Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel mit Berücksichtigung der übrigen Schweiz. Archiv Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd 5, 1910.
23. — Die Tardigraden des Rhätikon. Revue suisse de Zoologie. Vol 20, 1912.
24. *Heitz, A.* Salmo salar Lin., seine Parasitenfauna und seine Ernährung im Meer und im Süsswasser. Archiv Hydrobiol. Planktonkde, Bd. 11, 1916.
25. *Hesse, Rich.* Die ökologischen Grundlagen der Tierverbreitung. Geogr. Zeitschrift, Bd. 19, 1913.
26. *Hofmänner, B.* und *Menzel, R.* Neue Arten freilebender Nematoden aus der Schweiz. Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, 1914.
27. — Die freilebenden Nematoden der Schweiz. Revue suisse de Zoologie, Vol. 23, 1915.
28. *Jegen, G.* Zur Kenntnis von Collyriclum faba (Brems.) Kossak. Zoolog. Anzeiger, Bd. 46, 1916.
29. *Kleiber, O.* Die Tierwelt des Moorgebiets von Jungholz im südlichen Schwarzwald. Ein Beitrag zur Kenntnis der Hochmoorfauna. Archiv f. Naturgeschichte, Jahrg. 1911.
30. *Leuthardt, F.* Malakozoologische Notizen. Tätigkeitsbericht Naturf. Ges. Baselland, 1904—1906.
31. *Menzel, Rich.* Exotische Crustaceen im botanischen Garten zu Basel. Revue suisse de Zoologie, Vol. 19, 1911.
32. — Ueber die mikroskopische Landfauna der schweizer. Hochalpen. Archiv f. Naturgeschichte, 1914.
33. — Ueber das Auftreten der Harpacticidengattungen Epactophanes Mrazek und Parastenocaris Kessler in Surinam. Zoolog. Anzeiger, Bd. 46, 1916.
34. *Miescher, F.* Beschreibung und Untersuchung des Monostoma bijugum. Basel 1838.
35. *Seiler, J.* Verzeichnis der Bombyciden von Liestal und Umgebung. Tätigkeitsbericht Naturf. Ges. Baselland, 1900 1901.
36. — Die Noctuiden der Umgebung von Liestal. Ibidem, 1902—1903.
37. — Nachtrag zum Verzeichnis der Bombyciden und Noctuiden. Ibidem, 1904—1906.
38. — Die Geometriden von Liestal und Umgebung. Ibidem, 1907—1911.
39. *Schnitter, H.* und *Chappuis P. A.* Parastenocaris fontinalis n. sp., ein neuer Süsswasserharpacticide. Zoolog. Anzeiger, Bd. 45, 1915.
40. *Steinmann, P.* Interessante Glieder der Basler Fauna. Bulletin-Annexe Revue suisse de Zoologie, Vol. 19, 1911.
41. *Steinmann, P.* und *Bresslau, E.* Die Strudelwürmer (Turbellaria). In: Monographien einheimischer Tiere, Bd. 5, Leipzig 1913.

42. *Stoll, O.* Ueber xerothermische Relikten in der Schweizer Fauna der Wirbellosen. Festschrift d. Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft in Zürich. Zürich 1901.
43. *Thienemann, A.* Das Vorkommen echter Höhlen- und Grundwassertiere in oberirdischen Gewässern. Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde, Bd. 4, 1908.
44. *Vanhöffen, E.* Die Anomostraken. Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin, Jahrg. 1916, Nr. 3.
45. *Verhoeff, K. W.* Rheintalstrecken als zoogeographische Schranken. Zoolog. Anzeiger, Bd. 39, 1912.
46. — Ceratosoma und Listrochiritium n. g. Zoolog. Anzeiger, Bd. 41. 1912.
47. — Zur Kenntnis süddeutscher Craspedosomen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, 1914.
48. — Beiträge zur Kenntnis der Diplopoden von Württemberg, Hohenzollern und Baden. Jahreshefte Ver. vaterländ. Naturkunde Württemberg. 71. Jahrg. 1915.
49. — Polymorphismus bei Chilognathen und seine Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 45, 1915.
50. — Die Kreise des alemannischen Gaues, der helvetische Rheintaldurchbruch und zwei neue deutsche Chordeumiden. Zoolog. Anzeiger, Bd. 45, 1915.
51. — Zur Kenntnis deutscher Symphyognathen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 45, 1915.
52. — Germania zoogeographica. Zoologischer Anzeiger, Bd. 47, 1916.
53. *Walter, C.* Notizen über die Entwicklung torrentikoler Hydracarinen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 45, 1915.
54. *Zschokke, F.* und *Steinmann, P.* Die Tierwelt der Umgebung von Basel. Basel 1911.

Manuskript eingegangen 27. Okt. 1916.

Über die Bildung des Harnstoffs aus Ammoniumcarbonat und aus verwandten Verbindungen.

Von

Fr. Fichter, Heinrich Steiger und Theophil Stanisch.

(Vorgetragen in der Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft am 1. November 1916.)

I. Einleitung.

E. Drechsel[1]) hat im Jahre 1880 die physiologische Harnstoffbildung nachahmen wollen, indem er dem Ammoniumcarbaminat in wässriger Lösung durch rasch aufeinanderfolgende Oxydationen und Reduktionen mit Hilfe eines häufig kommutierten Gleichstroms oder eines Wechselstroms Wasser entziehen zu können glaubte. In der Tat erhielt er bei seiner Versuchsanordnung kleine Mengen Harnstoff.

Da die *Drechsel*'sche Deutung des Versuchs zweifellos falsch ist, untersuchten *Fr. Fichter* und *C. Stutz*[2]) die Reaktion mit gewöhnlichem Gleichstrom, und konnten aus stark ammoniakalischen, konzentrierten Lösungen von Ammoniumcarbaminat an der Anode regelmässig kleine Mengen von Harnstoff erzeugen, die allerdings im günstigsten Fall nur 0.6 gr in 100 Ampère-Stunden ausmachten und also in gar keinem Verhältnis zum Stromaufwand standen. Für die Erklärung erschien zunächst die Auffassung der Bildung von Harnstoff aus an der Anode nascierenden Kohlendioxyd mit dem gelösten Ammoniak genügend.

Allein bei genauerer Prüfung befriedigte die Hypothese doch nicht, denn die Ausbeuten bei dieser und bei anderen Versuchsanordnungen, wo aus den Ammoniumsalzen organischer Säuren an der Anode Kohlendioxyd entwickelt wurde, oder wo das aus Kohle oder Graphit bestehende Anodenmaterial selbst das Kohlendioxyd lieferte, blieben weit unter den nach dem elektrochemischen Äquivalent berechneten, ja in einzelnen Fällen entstand trotz zweifellos eingetretener reichlicher Kohlendioxydbildung doch kein Harnstoff. Ferner schien es notwendig, die anodische Harnstoffbildung mit

[1]) Journal für praktische Chemie (2) **22**, 476 (1880).

[2]) Zeitschrift für Elektrochemie **16**, 610 (1910); **18**, 647 (1912).

anderen, durch chemische Oxydationsmittel in ammoniakalischer Lösung bewirkten Harnstoffsynthesen in Zusammenhang zu bringen, und so machten *Fichter, Stutz* und *Grieshaber* 1911 [3]) in einer dieser Gesellschaft vorgelegten Arbeit die Annahme, die gemeinsame Grundreaktion der oxydativen Harnstoffbildungen sei das Auftreten von *Formamid,* denn dieses lässt sich chemisch und elektrochemisch in ammoniakalischer Lösung leicht zu Harnstoff oxydieren. Bei der Oxydation der vielen, von *H. Eppinger* [4]) untersuchten Harnstoffbildner sowohl als bei der elektrochemischen Oxydation von allerhand organischen Stoffen in ammoniakalischer Lösung sei die primäre Bildung von Formamid als Produkt der Kondensation des durch Abbau entstandenen *Kohlenoxyds* mit dem *Ammoniak* der Lösung aufzufassen, bei der elektrolytischen Oxydation des Ammoniumcarbaminats in ammoniakalischer Lösung aber entstehe aus dem stets mitoxydierten Ammoniak als erstes Produkt *Hydroxylamin,* und dieses *reduziere* einen Teil des Ammoniumcarbaminats zu Formamid.

Zur Stütze der neuen Hypothese musste vor allem untersucht werden, ob in der Tat Ammoniak bei der elektrochemischen Oxydation die Serie

$$NH_3 \longrightarrow NH_2 \cdot OH \longrightarrow (NH_4)_2N_2O_2 \longrightarrow NH_4 \cdot NO_2 \longrightarrow NH_4 \cdot NO_3$$

durchläuft; die schöne Arbeit von *G. Oesterheld* [5]) hat diesen Beweis erbracht.

In zweiter Linie war zu prüfen, ob eine Reduktion von Ammoniumcarbaminat durch Hydroxylamin zu Formamid durchführbar ist. Hier setzen die neuen experimentellen Untersuchungen ein, von denen heute berichtet werden soll.

2. Einwirkung von Hydroxylamin auf Ammoniumcarbaminat und auf Kohlendioxyd (Dr. Steiger).

In Fortsetzung und Ergänzung früherer Versuche [6]) über die Möglichkeit der Reduktion von Kohlendioxyd durch Hydroxylamin haben wir reines, nach *Lobry de Bruijn* [7]) und *W. Brühl* [8]) dargestelltes Hydroxylamin auf Kohlendioxyd, auf Ammoniumcarbonat, und auf Natriumcarbonat, und zwar bei Gegenwart und bei Ausschluss von Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur durch bis zu 40-

---

[3]) Verh. Naturf. Ges. Basel **23**, 222 (1912).

[4]) Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathologie **6**, 481 (1905).

[5]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. **86**, 105 (1914).

[6]) Verh. Naturf. Ges. Basel **23**, 241 (1912).

[7]) Rec. trav. chim. Pays-Bas **10**, 100 (1891); **11**, 18 (1892); Ber. d. deutsch, chem. Ges. **25**, Ref. 190, 684 (1892); **27**, 967 (1894).

[8]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **26**, 2508 (1893).

tägiges Aufbewahren sowie bei höherer Temperatur (65, 100, 140°) in 10—20-stündiger Erwärmungsdauer einwirken lassen. Die Stoffe wurden in Glasröhren eingefüllt, welche vorher in einer Mischung von Kohlendioxydschnee und Aceton abgekühlt waren, wodurch die Zugabe des Kohlendioxyds in Form gepresster Pillen aus Kohlendioxydschnee ermöglicht wurde; das Zuschmelzen erfolgte noch in der Kältemischung. Die früher angewandte Prüfung auf Ameisensäure mit Mercurichlorid erwies sich dabei als unsicher, und auch in blinden Versuchen trat manchmal Reaktion ein. Deshalb wurde jetzt jeweilen nach Beendigung des Versuchs der Röhreninhalt in ein Kölbchen gespült, dort nach dem Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure mehrere Stunden am Rückfluss gekocht zur Verseifung des allfällig vorhandenen Formamids, und endlich nach Zusatz von mehr Wasser aus sauerer Lösung abdestilliert. Ameisensäure hätte sich im Destillat durch die saure Reaktion (die bei Kontrollversuchen noch mit 0.05 pro Mille HCOOH eintrat) bemerkbar machen müssen; ausserdem wurde mit Mercurichlorid und mit Kaliumpermanganat auf Reduktionskraft geprüft. *Nie* konnte saure Reaktion des Destillats, und nur in einzelnen Versuchen *unsichere* Zeichen von Reduktionsvermögen festgestellt werden.

Tabelle I.

Versuchs-No.	CO_2	$NH_2 . OH$	Sonstige Zugaben	Bei gewöhnlicher Temp.	Erhitzungsgrad und -dauer
1	2.2 gr	0.33 gr	—	11 Tage	—
2	2.2 „	0.33 „	—	11 „	10 Std., 65°
3	2.2 „	0.33 „	0.18 gr H_2O	14 „	20 „ 65°
4	2.2 „	0.33 „	0.96 $(NH_4)_2CO_3$	14 „	—
5	2.2 „	0.33 „	0.96 $(NH_4)_2CO_3$, 0.18 H_2O	14 „	—
6	2.2 „	0.33 „	0.96 $(NH_4)_2CO_3$, 0.18 H_2O	14 „	20 Std., 65°
7	2.2 „	0.33 „	0.52 Na_2CO_3, 0.18 H_2O	14 „	—
8	2.2 „	0.33 „	3.6 H_2O	40 „	—
9	2.2 „	0.33 „	3.6 H_2O	33 „	21 Std., 65°
10	2.2 „	0.33 „	3.6 H_2O	38 „	—
11	2.2 „	0.33 „	1.92 $(NH_4)_2CO_3$, 3.6 H_2O	38 „	—
12	2.2 „	0.33 „	0.9 H_2O	38 „	—
13	—	0.5 „	1.0 gr $(NH_4)_2CO_3$	7 „	10 Std., 140°
14	—	0.5 „	1.0 gr $(NH_4)_2CO_3$	2 „	10 „ 115–120°
15	—	0.5 „	1.0 gr $(NH_4)_2CO_3$, 1.8 gr H_2O	8 „	10 „ 100°
16	—	0.5 „	1.0 gr $(NH_4)_2CO_3$, 1.8 gr H_2O	10 „	20 „ 100°
17	—	0.5 „	0.84 gr $NaHCO_3$	30 „	10 „ 130°

Im Verlauf dieser mühevollen und durchaus negativen Arbeit, bei der ausserdem manches Rohr durch Explosion verloren ging, machten wir mehrfach die Beobachtung, dass Kohlendioxyd und Hydroxylamin miteinander zu reagieren vermögen. In der Literatur findet sich darüber eine kurze Notiz: „CO_2 und CS_2 werden von Hydroxylamin in grosser Menge unter geringer Erwärmung absorbiert, unter Bildung flüssiger Verbindungen, die auch bei — 10° nicht erstarren".[9])

Leitet man in 5 gr reines geschmolzenes Hydroxylamin mit Schwefelsäure getrocknetes Kohlendioxydgas, solange noch etwas verschluckt wird, so beobachtet man ziemlich erhebliche Erwärmung, weshalb mit Eis gekühlt wurde. Die Masse wird immer dickflüssiger und hält eine Menge Gasbläschen zurück: sie verflüchtigt sich allmählich beim Stehenbleiben, und kann nur in geschlossenen oder zugeschmolzenen Gefässen aufbewahrt werden, wobei sie sich nach wenigen Tagen unter Zerfliessen zersetzt.

Die Kohlendioxydbestimmungen wurden im *Bunsen*'schen Apparat durchgeführt: sie ergeben unmittelber nach der Darstellung zu hohe Werte, weil das zähe Öl die unabsorbierten Blasen hartnäckig einschliesst. Die Bestimmung des Hydroxylamins gelingt alkalimetrisch mit Salzsäure und Methylorange, oder jodometrisch nach *Haga*.[10])

I. 0.5602 gr frisch dargestellte Substanz gaben 0.1450 gr CO_2.
II. 0.5817 gr einen Tag alte Substanz gaben 0.1335 gr CO_2.
III. 0.4453 gr frisch dargestellte Substanz verbrauchten 17.0 ccm 0.5-normale Salzsäure.
IV. 0.7640 gr einen Tag alte Substanz verbrauchten 30.1 ccm 0.5-normale Salzsäure.
V. 0.1382 gr frisch dargestellte Substanz verbrauchten 56.2 ccm einer 0.09531-normalen Jodlösung.

$(NH_2 \cdot OH)_4 \cdot H_2CO_3$		Gefunden				
	Berechnet	I	II	III	IV	V
CO_2	22.63 %	25.35	22.95 %	—	—	—
$NH_2 \cdot OH$	68.11 %	—	—	63.18	65.20	64.03 %
Verhältnis $CO_2 : NH_2 \cdot OH$						
	1 : 4		1	:	3.78	

Es liegt demnach ein allerdings nicht ganz reines, einem häufig bei Hydroxylaminsalzen vorkommenden Formeltypus entsprechendes

---

9) *Gmelin-Kraut-Friedheim,* Hdb. d. Anorg. Chem., 7. Aufl., Band I, 1, 235 (1907).

10) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **20**, Ref. 802 (1887).

Di-Hydroxylamin-Carbonat $(NH_2 \cdot OH)_4 \cdot H_2CO_3$ vor; zu seiner Bildung aus Hydroxylamin und Kohlendioxyd ist Wasser notwendig, das infolge der Zerfliesslichkeit des Hydroxylamins trotz der angewandten Vorkehrungen zur Trocknung der Reagentien angezogen worden ist.

Löst man die frisch dargestellte Hydroxylaminbase in absolutem Aethylalkohol und behandelt dann in der Kältemischung mit getrocknetem Kohlendioxyd, so entsteht ein *kristallisiertes*, harte Nadeln und Prismen bildendes Reaktionsprodukt. Offenbar ist die Möglichkeit zur Aufnahme von Wasser unter diesen Umständen beschränkter. In Glasröhrchen eingeschmolzen ist das zweite Salz einige Monate unverändert haltbar. Offen aufbewahrt, verflüchtigt es sich.

I. 0.8531 gr Substanz lieferten 0.2500 gr CO_2.
II. 0.6862 gr Substanz lieferten 0.2034 gr CO_2.
III. 0.1254 gr Substanz verbrauchten 25.6 ccm 0.09946-normaler Salzsäure.
IV. 0.0960 gr Substanz verbrauchten 19.65 ccm 0.09946-normaler Salzsäure.

$NH \cdot OH - COOH \cdot 2\ NH_2 \cdot OH$		Gefunden			
	Berechnet	I	II	III	IV
CO_2	30.70 %	29.30	29.49 %	—	—
$NH_2 \cdot OH$	69.30 %	—	—	67.21	67.38 %
Verhältnis $CO_2 : NH_2 \cdot OH$	1 : 3		1 : 3.03		

Die Substanz enthält noch etwas anhaftenden Alkohol, aber es kann doch kaum zweifelhaft sein, dass sie ein dem Ammoniumcarbaminat entsprechendes *Di-Hydroxylaminsalz* der *Oxycarbaminsäure* darstellt, entsprechend der Formel

$$\begin{matrix} H \\ HO \end{matrix} \!>\! N - C \begin{matrix} /\!\!/ O \\ \diagdown OH \end{matrix} . 2\ NH_2 \cdot OH$$

und entstanden durch direkten Zusammentritt der wasserfreien Komponenten.

Die das Verhältnis $1\ CO_2 : 3\ NH_2 \cdot OH$ ebenfalls befriedigende Formel $3\ NH_2 \cdot OH \cdot H_2CO_3$, welche an das Tri-Hydroxylamin-dichlorhydrat $3\ NH_2 \cdot OH \cdot 2\ HCl$ erinnern würde, verlangt $27 \cdot 31\ \%$ CO_2, $61 \cdot 51\ \%$ $NH_2 \cdot OH$ und $11 \cdot 18\ \%$ H_2O und erscheint namentlich wegen des hohen Wassergehaltes (die Summe der gefundenen Werte für $NH_2 \cdot OH$ und CO_2 differiert nur um $3.3\ \%$ gegen 100) ausgeschlossen.

Aus der Natur der beiden, durch die Einwirkung von Kohlendioxyd auf Hydroxylamin erhaltenen Produkte muss man den Schluss

ziehen, dass Hydroxylamin genau wie Ammoniak einfach *als Base* und *nicht als Reduktionsmittel* mit Kohlendioxyd reagiert.

Wir haben dann noch das kristallisierte trockene Di-Hydroxylaminsalz der Oxycarbaminsäure im Einschmelzrohr auf 120—130° erhitzt. Dabei liess sich jedoch, ebenso wie in den früheren Versuchen, niemals Formamid oder Ameisensäure nachweisen, sondern es trat die bekannte Zersetzung des Hydroxylamins ein, das Rohr enthielt Nadeln von Ammoniumcarbonat, alkalisch reagierendes Wasser, und Stickstoff, der beim Öffnen mit Gewalt entwich.

3. Beweis, dass die elektrolytische Harnstoffbildung nur im Anodenraum verläuft (Dr. Steiger).

Nach den Ergebnissen des vorigen Abschnitts müssen wir die früher aufgestellte Hypothese, das Hydroxylamin sei imstande, Ammoniumcarbaminat zu Formamid zu reduzieren, *fallen lassen.*

Nun erhebt sich aber von neuem die Schwierigkeit, die wir eben durch jene Hypothese zu überbrücken suchten, dass nämlich Harnstoff an der Anode durch *Oxydation* von ammoniakhaltiger Ammoniumcarbaminatlösung sich bildet, obschon Ausgangsmaterial und Produkt demselben Oxydationsgrad entsprechen.

Es war jetzt nochmals genau zu prüfen, ob die zum Verständnis notwendige Reduktion vielleicht an der Kathode verlaufen könne. Man hat früher die elektrolytische Reduzierbarkeit der Kohlensäure wohl zu niedrig eingeschätzt. *A. Coehn* und *St. Jahn*[11]) einerseits, und *R. Ehrenfeld*[12]) andrerseits gaben an, dass die Reduktion von Bicarbonat zu Formiat nur an amalgamierten Zinkkathoden eintrete. Einer neueren Untersuchung von *Franz Fischer* und *O. Prziza*[13]) ist aber zu entnehmen, dass unter gewissen Vorsichtsmassregeln auch Bleikathoden verwendbar sind, und dass unter CO_2-Druck die Reaktion geradezu in präparativem Masstab verläuft.

Darum führten wir neue Versuche zur elektrolytischen Harnstoffbildung unter möglichst wirksamer Trennung von Kathoden- und Anodenraum durch. Das Elektrolysiergefäss besass einen rechteckigen Grundriss mit abgerundeten Enden, und enthielt *zwei* Tonzellen, zum Einschluss der Kathode sowohl als der Anode: es wurde von aussen mit Eis abgekühlt, und enthielt ausserdem zwischen den beiden Tonzellen eine von Leitungswasser durchflossene Glasschlange.

Die Kathodentonzelle war oben offen, als Kathode diente eine wasserdurchströmte Bleischlange.

---

[11]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **37**, 2836 (1904).

[12]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **38**, 4138 (1905).

[13]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **47**, 256 (1914).

Die Anodentonzelle war durch einen fünffach durchbohrten, paraffinierten Kork verschlossen. Sie enthielt als Anode ein Platin-U-Rohr von 4.85 mm Durchmesser und 160 mm Gesamtlänge, durch Gummistopfen mit Glasröhren verbunden, von kaltem Wasser durchflossen, und durch einen von oben her ins Innere geführten Kupferdraht an die elektrische Leitung angeschlossen. Die dritte Bohrung des Stopfens trug ein Thermometer, während die vierte und fünfte zwei Glasröhren aufnahmen, mit Hilfe deren eine Zirkulation der Anodenlösung möglich wurde. Ein grösserer Vorrat der letzteren befand sich in einem hochstehenden Reservoir, floss von dort in ein mit Eiskochsalzmischung gekühltes Sättigungsgefäss, in welches fortwährend Ammoniakgas eingeleitet wurde, und gelangte dann durch eine in Eis gebettete gläserne Kühlschlange auf den Grund der Anodenzelle. Die Ableitungsröhre entnahm die warm gewordene Anodenlösung dicht unter dem Stopfen und führte sie in eine Flasche, aus der sie mit Hilfe von Druckluft wieder in das Hochreservoir gehoben wurde. Die Einrichtung erlaubte die Aufrechterhaltung tiefer Temperatur und hoher Konzentration an Ammoniak in der Anodenflüssigkeit, was die Harnstoffbildung günstig beeinflusst. Kathodenraum, Trog und Anodenraumzirkulationssystem enthielten dieselbe Lösung, das auch früher stets verwandte „Carbaminat-Ammoniak", hergestellt durch Eintragen von käuflichem festem Ammoniumcarbonat in konzentriertes Ammoniak und Sättigen mit Ammoniakgas, solange sich noch etwas von dem festen Salz oder von dem Gas löst. Eine solche Lösung enthält etwa 8 Val CO_2 und 16—17 Val NH_3 im Liter.

Es wurden 100 Ampèrestunden durchgesandt; die Stromdichte an der Anode betrug 0.29—0.37 Amp/qcm, die Temperatur im Anodenraum 18—22°. Um der Diffusion vorzubeugen, wurden die Zellen während der Ruhepausen stets entleert; die Kathodenflüssigkeit wurde mehrmals erneuert, um den durch Abwanderung der Carbonatanionen anwachsenden Widerstand wieder herabzusetzen. Die Anodenflüssigkeit wurde nach 50 Ampèrestunden ebenfalls durch frische Lösung ersetzt, damit nicht der schon entstandene Harnstoff wieder zerstört werde.

Nach Beendigung des Versuches wurden Anolyt, Trogflüssigkeit und Katholyt gesondert eingedampft und der vorhandene Harnstoff mit Xanthydrol nach der im nächsten Kapitel behandelten Analysenmethode bestimmt. Es fanden sich

in der Anodenlösung	0.631 gr
in der Trogflüssigkeit	0.0055 gr
in der Kathodenlösung	0.0008 gr.

Demnach ist nur die *Anode* an der Harnstoffbildung beteiligt: an der Kathode fand sich aber auch keine Spur eines Reduktionsproduktes wie Ameisensäure oder Formamid, was auch mit den Angaben von *F. Fischer* und *O. Prziza* harmoniert, denn nach ihnen kann man an Bleikathoden Kohlendioxyd reduzieren nur wenn überhaupt kein Platin im Apparat vorhanden ist, also sicherlich *nicht* bei Anwendung einer Platinanode.

4. Verbesserungen in der Harnstoffbestimmung (Dr. Steiger).

Die klassische Harnstofftitration mit Merkurinitrat nach *Liebig* gibt nur dann gute Resultate, wenn die Harnstoffmengen nicht allzugering sind; sie verlangt ausserdem Abwesenheit von Ammoniumsalzen. Die letzte Forderung ist nun in unserem Falle besonders lästig, denn bei der elektrolytischen Oxydation von Carbaminat-Ammoniak entsteht jedesmal Ammoniumnitrat, und man kann nur durch wiederholtes Eindampfen mit Baryumcarbonat das Ammoniak verjagen und den alkohollöslichen Harnstoff vom alkohol-unlöslichen Baryumnitrat trennen; diese Operation aber bringt Verluste an Harnstoff mit sich.

Nun hat in den letzten Jahren *R. Fosse* gezeigt, dass eine methylalkoholische Lösung von Xanthydrol, $C_{13}H_{10}O_2$

H OH
C
O

in einer mit dem doppelten Volumen Eisessig versetzten, wässrigen Harnstofflösung (mit 1 pro Mille Gehalt) einen kristallinischen Niederschlag von *Di-Xanthyl-Harnstoff*

$$C_{13}H_9O - NH - CO - NH - C_{13}H_9O$$

ausscheidet, dessen Fällung nach ca. 1 Stunde vollständig ist.[14]) Man saugt die feinen kristallinen Flöckchen auf gehärtetem Filter ab, wäscht gründlich mit absolutem Methylalkohol, trocknet im Dampftrockenschrank, und kann dann leicht den Niederschlag quantitativ auf ein tariertes Uhrglas bringen und so wägen.

Die neue Methode leistet ebenso gute Dienste für den qualitativen Nachweis wie für die quantitative Bestimmung kleinster Harnstoffmengen; der Niederschlag ist sieben mal so schwer (Mol. – gew. 420 · 32) als der zu wägende Harnstoff (Mol. – gew. 60 · 06).

---

[14]) Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences Paris **145**, 813 (1907); **157**, 948 (1913); **158**, 1076 (1914); **158**, 1432 (1914); **159**, 253 (1914).

Die Gegenwart von Ammoniumsalzen, speziell des für uns in Betracht kommenden Ammoniumnitrats ändert nichts an der Richtigkeit der gravimetrischen Resultate, wie folgende Vergleichsversuche zeigen:

I. 0.0656 gr Harnstoff lieferten 0.4531 gr Dixanthylharnstoff entsprechend 0.648 gr.

II. 0.0656 gr Harnstoff versetzt mit 0.2 gr Ammoniumnitrat, lieferten 0.4554 gr Dixanthylharnstoff entsprechend 0.651 gr.

Der Dixanthylharnstoff lässt sich ausserdem identifizieren durch Umkristallisieren aus siedendem Pyridin, und durch seinen Schmelzpunkt 261^0 (unter Zersetzung).

Endlich ist es möglich, den Dixanthylharnstoff mit alkoholischer Salzsäure wieder zu spalten und so den Harnstoff selbst noch durch andere Reagentien nachzuweisen. Nach unserer Erfahrung führt folgende Verseifungsmethode zum Ziel. Der Dixanthylharnstoff wird mit wenig (10 ccm auf 0.5 gr) 2-normaler alkoholischer Salzsäure am Rückflusskühler erwärmt, wobei intensive Dunkelgrünfärbung (Xanthoxoniumsalz)[15]) und völlige Lösung eintritt. Beim Versetzen mit Wasser scheidet sich das abgespaltene Xanthydrol aus und ballt sich allmählich zu gelblichen Klumpen zusammen. Das Filtrat enthält immer noch etwas Xanthydrol: es wird in der Platinschale trocken gedampft (erneute Grünfärbung), mit Wasser aufgenommen, mit Baryumhydroxyd bis zur alkalischen Reaktion versetzt, dann mit Kohlendioxyd gefällt, aufgekocht und abfiltriert. Das Filtrat enthält Harnstoff und Baryumchlorid und wird nach dem Eindampfen mit Hilfe von Alkohol getrennt. Zur völligen Reinigung verwandelten wir den Harnstoff mit konzentrierter Salpetersäure ins Nitrat, brachten dasselbe auf Tontellerstückchen, bis die Kristalle rein weiss erschienen und zersetzten dann wieder mit Baryumhydroxyd. So gelang es leicht, prachtvoll kristallisierten, lange Nadeln bildenden Harnstoff vom richtigen Schmelzpunkt zu erhalten.

5. Bildung von Harnstoff aus Carbaminat-Ammoniak mit Hilfe von Hydroperoxyd und von Permanganaten (Dr. Steiger).

Wir haben im dritten Kapitel, in völliger Übereinstimmung mit allen unseren früheren Versuchen, bewiesen, dass die elektrochemische Harnstoffbildung ausschliesslich an der Anode verläuft. Wenn es sich dabei um eine Oxydationsreaktion handelt, so ist nicht einzusehen, warum gerade nur die Anode den Oxydationsprozess bewirken sollte. Darum versuchten wir die Durchführung desselben

[15]) *A. Werner,* Ber. d. deutsch. chem. Ges. **34**, 3300 (1901); *Gomberg* und *Cone,* Annalen d. Chemie **376**, 188 (1910).

mit anderen, rein chemischen Oxydationsmitteln, und zwar speziell mit solchen, die erfahrungsgemäss ähnliche Effekte wie die Anodenwirkung ergeben; wir wählten in erster Linie das *Hydroperoxyd* in Form von 30-prozentigem „Perhydrol" von *E. Merck*.

200 ccm Carbaminat-Ammoniak wurden im Verlauf einer Woche ganz allmählich mit 200 ccm Perhydrol versetzt, indem jeweilen ein ccm des Reagens tropfenweise zugegeben, und dann die Beendigung der Gasentwicklung abgewartet wurde. Diese Vorsichtsmassregel schien uns notwendig, um die Verhältnisse der elektrolytischen Oxydation mit ihrem allmählichen Verlauf möglichst nachzuahmen, und um stärkerer Erwärmung der Lösung vorzubeugen, weil dabei der Ammoniakgehalt heruntergeht.

In der Oxydationsflüssigkeit liess sich Nitrit nachweisen, und nach dem Eindampfen hinterblieben 3.6 gr eines gelblichen, hauptsächlich aus Ammoniumnitrat bestehenden Rückstandes, der 0.022 gr Harnstoff (nach *Fosse* bestimmt) enthielt.

Der positive Erfolg dieses ersten Versuches ermutigte uns zu weiteren Experimenten in derselben Richtung, indem wir das kostspielige Perhydrol durch *Calciumpermanganat* ersetzten. Eine kaltgesättigte Lösung des Salzes befand sich in einem Tropftrichter, dessen Hals durch einen Stopfen mit feiner Glaskapillare verschlossen war, so dass die Permanganatlösung nach Massgabe des Luftzutritts trotz ganz geöffneten Hahns nur langsam abtropfte. Die Carbaminat-Ammoniaklösung war mit Eis abgekühlt und wurde fortwährend mit einem mechanisch angetriebenen Rührer durchgemischt; ausserdem wurde durch Einleiten von Ammoniakgas die Konzentration an freiem Ammoniak aufrecht erhalten. Das Permanganat wird verbraucht, und gleichzeitig scheidet sich ein dicker Niederschlag von Calciummanganit ab. Man saugt ab, wäscht den Niederschlag durch viermaliges Dekantieren mit viel siedendem Wasser, dampft ein und bestimmt in dem viel Ammoniumnitrat enthaltenden Rückstand den Harnstoff mit Xanthydrol.

Tabelle II.

Carbaminat-Ammoniak	Calciumpermanganat	Versuchsdauer	Rückstand	Harnstoff
400 ccm	174 gr	2 Tage	9.3 gr	0.0078 gr
200 „	130 „	2 „	8.6 „	0.025 „
200 „	110 „	1 „	3.0 „	0.028 „
200 „	120 „	1½ „	3.0 „	0.024 „
200 „	120 „	1 „	10.0 „	0.024 „
200 „	120 „	1 „	8.0 „	0.022 „
200 „	120 „	4 „	5.0 „	0.034 „

Wir können also regelmässig durch Oxydation von Carbaminat-Ammoniak mit Calciumpermanganat kleine Mengen von Harnstoff erzeugen; die Ausbeuten sind freilich sehr niedrig, aber mit Hilfe der *Fosse*'schen Methode bequem messbar.

Die Erklärung dieser Harnstoffbildung auf chemischem Weg bietet genau dieselbe Schwierigkeit wie die Erklärung der anodischen Harnstoffbildung: man versteht nicht, wieso der Harnstoff durch einen Oxydationsprozess aus dem Carbaminat hervorgehen kann, obschon beide Körper derselben Oxydationsstufe entsprechen.

Der Erfolg unserer Harnstoffbildung aus Carbaminat in ammoniakalischer Lösung mit Permanganat veranlasst uns noch zu einer Warnung bezüglich der Anstellung ähnlicher Versuche, wo allerhand organische Körper in ammoniakalischer Lösung mit Permanganat oxydiert und auf die Möglichkeit der Bildung von Harnstoff untersucht werden. Sind dabei die Harnstoffausbeuten gering und nur mit Xanthydrol nachweisbar, so kann ebenso gut das aus dem organischen Stoff durch endgiltige Oxydation entstandene Kohlendioxyd bezw. das ihm entsprechende Ammonium-Carbonat oder-Carbaminat, als irgend eine Zwischenstufe des Abbaus für die Harnstoffbildung verantwortlich gemacht werden. *Eppinger,* der in diesem Sinne experimentierte, hat offenbar den Fehler vermieden, denn er erhielt nicht wahllos mit jedem organischen Ausgangsmaterial positive Resultate.

6. Bildung von Harnstoff aus Ammonium-Carbaminat bezw. -Carbonat bei Gegenwart von überschüssigem Ammoniak durch Ozon

(Dr. Steiger, Dr. Stanisch).

Von allen energischen Oxydationsmitteln weitaus das bequemste ist das *Ozon,* weil der nicht verbrauchte Überschuss unmittelbar aus der Lösung entweicht, und weil im Verlauf der Reaktion keine Nebenprodukte ausser etwas Wasser entstehen. In der Tat erwies sich auch das Ozon als das brauchbarste Reagens für unsere Versuche, umsomehr, als seine Beschaffung durch die vom Krieg bedingte Preissteigerung und Knappheit der meisten chemischen Präparate nicht beeinflusst wird.

Die Versuchsanordnung wurde in folgender Weise variiert:

1. Einleiten von ozonisiertem Sauerstoff in eine Carbaminat-Ammoniaklösung,

2. Überleiten von ozonisiertem Sauerstoff über gepulvertes käufliches Ammoniumcarbonat.
3. Zusammenleiten von ozonisiertem Sauerstoff mit Ammoniak und Kohlendioxyd.

Stets trat die Bildung von Harnstoff in regelmässiger Weise ein. Bei allen Versuchen ist starke Erwärmung festzustellen, die z. B. in einer Schicht von trockenem Ammoniumcarbonat langsam weiterschreitet, während sich gleichzeitig Wassertröpfchen zeigen. Das Reaktionsprodukt enthält stets grosse Mengen von Ammoniumnitrat, so dass der beim Eindampfen erhaltene, nicht flüchtige Rückstand gewöhnlich mehrere Gramm schwer ist.

Als Belege greifen wir einzelne Versuche aus den Serien heraus.

1. 100 ccm Carbaminat-Ammoniak wurden in einem zylindrischen, mit Glasscherben gefüllten Gefäss während 6 Tagen mit Ozon behandelt, wobei die Temperatur durch äussere Kühlung unter 20^0 gehalten und die Lösung fortwährend mit Ammoniakgas gesättigt wurde. Der Eindampfrückstand betrug 4 gr, der Harnstoff darin nach *Fosse* bestimmt 0.0198 gr.
2. Ein Glasrohr von ca. 60 cm Länge und 2 cm Durchmesser wurde mit gepulvertem käuflichem Ammoniumcarbonat beschickt, das Salz zunächst durch Ansaugen von Wasserdampf etwas befeuchtet, und dann während $10^1/_2$ Stunden mit einem raschen Ozonstrom behandelt. Nach dem Herauslösen und Eindampfen blieben 5.2 gr Rückstand mit 0.0338 gr Harnstoff.
3. In eine 5 Liter fassende, zweifach tubulierte Glaskugel wurden von der einen Seite Ozon und Kohlendioxyd und von der andern Seite Ammoniak eingeleitet. Auf derselben Seite, wo das Ammoniakgas eintrat, befand sich ein Ableitungsrohr, das in einen grossen Glaszylinder führte, in welchem sich noch ein Rest von festem Kondensat absetzte. Nach 15-stündigem Betrieb wurde das Kondensat von den Glaswänden abgespült, und gab beim Eindampfen 2.0 gr Rückstand mit 0.049 gr Harnstoff.

Die Abhängigkeit der Harnstoffausbeute von der Ammoniakkonzentration in der Carbaminat-Ammoniaklösung und von der Temperatur geht aus folgender systematischer Versuchsserie hervor; es wurde dabei gleichzeitig mit dem Ozonstrom auch Ammoniakgas eingeleitet, um die Sättigung an letzterem aufrecht zu erhalten. Beim ersten Versuch lagen die Konzentrationen unter der Grenze der Reaktionsfähigkeit.

Tabelle III.

Je 100 ccm Carbaminat-Ammoniaklösung.

Ozon entsprechend ccm 0.1-norm. Jodlösung	Ammoniakgas Liter per Stunde	Temperatur	Rückstand	Harnstoff
(1) 350	langsam	1⁰	0.024	—
(2) 4026	12	4⁰	1.30	0.0080
(3) 4026	12	1⁰	1.60	0.0088
(4) 4026	32	6⁰	1.25	0 0091
(5) 4026	32	2⁰	1.28	0.0101
(6) 4026	32	−4⁰	1.50	0.0073

Die höhere Ammoniakkonzentration in den drei letzten Versuchen hat bei 4 und 5 den Effekt einer höheren Ausbeute, nur bei 6 ist die Temperatur offenbar allzuniedrig, sodass zwar die Bildung von Ammoniumnitrat (Rückstand) begünstigt, diejenige von Harnstoff aber herabgesetzt wurde. Eine gewisse Temperaturerniedrigung wirkt indes fördernd, wie der Vergleich der Versuchspaare 2, 3 und 4, 5 lehrt.

Die Messung der Gasströme bei dieser Serie geschah mit Hilfe eines selbst konstruierten und selbst geeichten einfachen „Capomessers".[16])

Um die Beweiskraft der im Vorstehenden beschriebenen Versuche zu stützen, möchten wir nicht unterlassen, zu betonen, dass wir das als Ausgangsmaterial dienende käufliche Ammoniumcarbonat sowie das daraus dargestellte Carbaminat-Ammoniak immer wieder auf einen allfällig schon vorhandenen Gehalt an Harnstoff geprüft haben, ohne indes auch nur Spuren davon nachweisen zu können. Ferner wurde der in den Versuchen entstandene Harnstoff nicht nur in Form seiner Dixanthylverbindung gewogen, sondern auch nach dem im vierten Kapitel beschriebenen Verfahren wieder daraus isoliert und durch seine sonstigen Eigenschaften und Reaktionen geprüft (mikroskopisches Bild der Harnstoffkristalle, des Harnstoffnitrats, des Harnstoffoxalats; Schmelzpunkt des Harnstoffs; Reaktion mit Mercurinitrat und mit „Methylfuril" nach *H. J. H. Fenton*).[17]) Wir haben unseres Erachtens die notwendige Kritik walten lassen, um mit voller Überzeugung den Schluss auszusprechen: *Harnstoff ent-*

[16]) *L. Ubbelohde* und *M. Hofsäss*, Journ. f. Gasbeleuchtung **55**, 557 (1912); Zeitschr. f. Elektrochemie **19**, 32 (1913).

[17]) Journal of the Chemical Society London **83**, 187 (1903).

steht durch elektrochemische oder durch chemische Oxydation aus konzentrierten, ammoniakreichen Lösungen von Ammoniumcarbonat bezw. Ammoniumcarbaminat.

7. Neue Hypothese über die Bildung des Harnstoffs durch Oxydation von ammoniakalischen Ammoniumcarbaminatlösungen.

Eine Oxydation von Ammoniumcarbaminat oder Ammoniumcarbonat zu Harnstoff ist *unmöglich;* die drei Körper unterscheiden sich durch ihren Wassergehalt, nicht aber durch ihren Oxydationsgrad voneinander.

Wenn also Harnstoff bei der Oxydation von Carbaminat-Ammoniak entsteht, so ist die Oxydation nicht mit der Harnstoff bildenden Reaktion identisch, sondern es handelt sich um zwei verschiedene, aber miteinander verknüpfte Vorgänge.

Oxydiert wird stets das Ammoniak und das Produkt dieser Oxydation ist Ammoniumnitrat. Durch den Vorgang wird Wärme erzeugt; das lehrt die unmittelbare Beobachtung, und das wird auch belegt durch die bei allen Versuchen als notwendig empfundene Kühlung (wasserdurchflossene Platinanode bei den elektrochemischen, äussere Abkühlungsmittel bei den chemischen Oxydationen).

Die erzeugte Temperaturerhöhung aber ist imstande, aus dem gelösten Ammoniumcarbaminat oder Ammoniumcarbonat Harnstoff zu bilden. F. Fichter und *Bernhard Becker*[18]) haben vor 5 Jahren gezeigt, dass die zuerst von *A. Basaroff*,[19]) dann von *L. Bourgeois*[20]) untersuchte Bildung von Harnstoff aus Ammoniumcarbaminat einem chemischen Gleichgewicht entspricht, und dass selbst in Mischungen von 1 Mol Harnstoff mit 6 Mol Wasser bei 135° nach 48 Stunden noch 2% Harnstoff unzersetzt blieben, oder also dass in Mischungen von 1 Mol Ammoniumcarbaminat mit 5 Mol Wasser nach der angegebenen Erhitzungsdauer 2% der möglichen Harnstoffmenge entstehen müssten.

Überschlagen wir einmal auf diesen Grundlagen, ob die Reaktionswärme der Ammoniumnitratbildung, die Konzentration der verwendeten Carbaminat-Ammoniaklösung und die tatsächlich erzielte Harnstoffausbeute sich ungefähr mit jenen älteren Versuchen in Einklang bringen lassen.

Nach den Tabellen von *Landolt-Börnstein-Roth*[21]) beträgt die Bildungswärme von Ammoniumnitrat nach

---

18) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **44**, 3473 (1911).

19) Journal f. prakt. Chemie (2) **1**, 283 (1870).

20) Bulletin de la Soc. chim. de France (3) **17**, 474 (1897).

21) 4. Auflage 1912, Tabellen 188, 189, 191.

$$2\,N + 4\,H + 3\,O = NH_4 \cdot NO_3 + 88.05 \text{ Cal.}$$

Da wir in Lösung arbeiten, ist die negative Lösungswärme — 6.2 Cal. des Ammoniumnitrats zu berücksichtigen: 88.05 — 6.2 = 81.85 Cal. Nun geht obige Bildungsgleichung von freiem Stickstoff, wir aber von Ammoniak aus; wir haben also die Bildungswärme der von uns *zerstörten* Ammoniakmolekel sowohl als die Bildungswärme der schon *vorhandenen*, in obiger Gleichung aber als erst entstehend angenommenen Ammoniakmolekel abzuziehen, oder da

$$N + 3\,H = NH_3 \text{ gelöst} + 20.32 \text{ Cal.},$$

haben wir zweimal 20.32 = 40.64 Cal. abzuziehen: 81.85 —40.64 = 41.21 Cal. Nach unserer Oxydationsgleichung

$$2\,NH_3 + 4\,O = NH_4 \cdot NO_3 + H_2O$$

entsteht aber eine Molekel Wasser, deren Bildungswärme in flüssigem Zustand = 68.36 Cal. obigem Wert zuzuzählen ist, sodass sich als Endwert ergibt:

$$2\,NH_3 \text{ gelöst} + 4\,O = NH_4 \cdot NO_3 \text{ gelöst} + H_2O + 109.57 \text{ Cal.}$$

Für je 1 Mol = 80.052 gr erzeugtes Ammoniumnitrat werden somit 109.6 Cal. frei. Wir fanden nun beispielsweise in einem mit Ozon ausgeführten Oxydationsversuch im Produkt 0.0109 gr Harnstoff und 1.4 gr Ammoniumnitrat. Dieser Menge entsprechen 1.91 Cal., die ihrerseits imstande wären, 1.91 Kilo Wasser um 1^0, oder 14.1 ccm Wasser von 0^0 auf 135^0 zu erwärmen; wir nehmen dabei die von *Bernhard Becker* angewandte Temperatur als notwendig an. In Wirklichkeit gestaltet sich die Rechnung etwas günstiger, weil die konzentrierte Carbaminat-Ammoniaklösung höchst wahrscheinlich eine niedrigere spezifische Wärme besitzt als reines Wasser; Bestimmungen derselben fehlen.

Nach häufig ausgeführten Analysen[22]) enthält die mit Ammoniumcarbonat und mit Ammoniakgas gesättigte Lösung von Carbaminat-Ammoniak 7—7.95 Val CO_2 und 16.9—19 Val NH_3 im Liter. Ein Liter derselben setzt sich also zusammen aus

7 Val CO_2 =	7 mal	½ 44.005 =	154.02 gr
17 Val NH_3 =	17 mal	17.034 =	289.58 gr
Wasser			567.1 gr
			1010.7 gr,

wobei das spezifische Gewicht bei 13.5^0 mit 1.0107 zugrunde gelegt ist. Durch Verbindung von 7 Val CO_2 mit 7 Val NH_3 zu Ammoniumcarbaminat besitzt diese Lösung einen Gehalt von 273.26 gr

[22]) *C. Stutz,* Diss. Basel 1911, S. 14; *G. Oesterheld,* Diss. Basel 1914, S. 115.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$, neben 10 Val = 170.34 gr freiem Ammoniak, und das Verhältnis von Ammoniumcarbaminat zu Wasser beträgt in Molen fast genau 1 : 9. Bei dem höchsten von *Becker* angewandten Verhältnis 1 Mol $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$: 5 Mol H_2O müsste die Ausbeute aus den 273.26 gr $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ betragen 4.2038 gr Harnstoff, und aus den oben berechneten 14.1 ccm mit 3.8529 gr $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ noch 0.059 gr Harnstoff, gegenüber den tatsächlich erhaltenen 0.0109 gr. Allerdings wird die prozentuale Ausbeute infolge des ungünstigeren Verhältnisses von Wasser und Carbaminat niedriger sein als 2 %. Aber auf alle Fälle steht die erzielte Harnstoffmenge der nach Gleichgewichtsreaktion zu erwartenden so nahe, dass die neue Hypothese als brauchbar und der näheren Prüfung würdig erscheint.

Selbstverständlich würde sich die Rechnung wesentlich günstiger stellen, wenn schon eine niedrigere Temperatur als 135° zur Erzielung der Gleichgewichtsreaktion genügen würde. In der Tat ergaben einige Handversuche mit einer Carbaminat-Ammoniaklösung mit 258 gr NH_3 und 150 gr CO_2 im Liter, die in der von *Bernhard Becker* verwendeten verzinnten Stahlbombe[23]) im elektrisch geheizten Ölbad je 48 Stunden lang erhitzt wurden, dass Ausbeuten in der Höhe der bei den chemischen Oxydationsversuchen erhaltenen sich schon bei 85° erzielen lassen, während *Becker*, dem die empfindliche Xanthydrolmethode noch nicht zur Verfügung stand, als untere Temperaturgrenze 115° annahm. Es kamen jeweils 37 ccm Lösung (die verzinnte Bombe wurde vollständig angefüllt) zur Anwendung.

Tabelle IV.

Temperatur	Eindampfungsrückstand	Harnstoff nach der Xanthydrolmeth.
100°	0.0592 gr	0.0527 gr
95°	0.0423 „	0.0335 „
85°	0.0178 „	0.0133 „
75°	0.0048 „	0.001 „
65°	0.0040 „	0.0003 „

Die 1.91 Cal. Reaktionswärme können 22.4 ccm der Lösung von 0° auf 85° erwärmen; entspräche die Ausbeute derjenigen in der Bombe, wo 37 ccm 0.0133 gr ergaben, so wären 0.0081 gr zu erwarten, während 0.0109 gr gefunden wurden. Die nahe Übereinstimmung stützt also wiederum die Brauchbarkeit der neuen Anschauung.

[23]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 44, 3475 (1911).

Es darf dabei nicht unerwähnt bleiben, dass wir bei unseren Rechnungen bisher nur die Bildungswärme des Ammonium*nitrats* in Betracht gezogen haben. Aus den von *G. Oesterheld* angegebenen Oxydationskurven nimmt aber bei Konzentrationen des Ammoniaks über 5 Val/Liter die Menge des Nitrats auf Kosten der Bildung von *Nitrit* und *Hyponitrit* ab, und bei 10 Val freiem Ammoniak im Liter (entsprechend unseren Lösungen) entstehen etwa 65% $NH_4 \cdot NO_2$ und 15% $(NH_4)_2 \cdot N_2O_2$ neben 20% $NH_4 \cdot NO_3$. Da das Ammoniumnitrit zum Teil schon während des Oxydationsprozesses, zum Teil während der Aufarbeitung durch Zerfall in Stickstoff und Wasser sich der Bestimmung entzieht, so haben wir seine Menge bei unseren jetzigen Versuchen nicht gemessen, und ebenso seine Bildungswärme nicht in Betracht gezogen. Sie beträgt pro Mol 87.92 Cal., und fällt demnach sehr stark ins Gewicht.

Die neue Hypothese verlangt folgende Vorstellung: Dort, wo der Tropfen des Hydroperoxyds oder des Permanganats, oder die Gasblase des Ozons mit dem Carbaminat-Ammoniak reagiert, entsteht in engster örtlicher Beschränkung eine Temperatur in der ungefähren Höhe von 80—100°. Mit Hilfe des Thermometers lässt sich dies nicht konstatieren, im Gegenteil wird die mittlere Temperatur der Hauptmasse der Lösung sich durch Abkühlung niedrig einstellen lassen, und das hat sogar einen günstigen Effekt, weil dadurch die hohe Ammoniakkonzentration aufrecht erhalten bleibt. Die Temperatursteigerung erstreckt sich sozusagen nur auf molekulare Dimensionen, man könnte von „molekularer Heizung" sprechen. Eine Harnstoffbildung in nachweisbarem Masse ist nur zu erwarten, wenn man die „molekulare Heizung" während längerer Zeit weiterbetreibt: darum haben *J. T. Halsey*[24]) einerseits, und *Fr. Grieshaber*[25]) andrerseits bei weniger vorsichtig geleiteten Oxydationsversuchen aus Ammoniumcarbaminat mit Permanganat *keinen* Erfolg gehabt.

Chr. Fr. Schoenbein schildert in einer „Denkschrift über das Ozon",[26]) dass er aus der Lösung, die bei der langsamen Oxydation von „mehreren Pfunden" Phosphor an feuchter Luft entstanden war, etwa 2 gr Kaliumnitrat isoliert habe. Die Bildung der Salpetersäure ist doch wohl so zu erklären, dass der Luftstickstoff mit dem Luftsauerstoff zunächst zu NO zusammentrat, und dass dann durch die bekannten, freiwillig verlaufenden weiteren Oxydationsprozesse schliesslich die höchste Oxydationsstufe erreicht wurde. Die Auffas-

---

24) Zeitschr. f. physiolog. Chem. **25**, 325 (1898).
25) Diss. Basel 1912, S. 40—41.
26) Zur Einweihung des neuen Museums, Basel 1849.

sung *Schoenbein's*, dass die Oxydation des Luftstickstoffs durch Ozon bewirkt werde, scheint nicht genügend begründet. Die Vereinigung von molekularem Stickstoff mit molekularem Sauerstoff verläuft in praktisch nachweisbarem Masstab nur bei sehr hohen Temperaturen, über 1000°. Man muss also annehmen, dass am langsam sich oxydierenden, leuchtenden Phosphor mikrolokal ausserordentlich hohe Energiemengen auftreten, die mit dem Thermometer gar nicht nachweisbar sind. Das Beispiel bietet keine volle Analogie mit unserer Reaktion, weil ein schroffes Temperaturgefälle in *Gasen* viel leichter verständlich ist als in wässrigen Flüssigkeiten. Dafür aber verlangt auch der *Schoenbein*'sche Versuch einen ganz enorm viel grösseren Temperaturunterschied.

Am leichtesten kann man sich die elektrolytische Bildung des Harnstoffs vorstellen, denn die Annahme lokaler Temperatursteigerungen an der Oberfläche einer arbeitenden Anode hat nichts befremdendes. Es gibt im Gebiet der elektrolytischen Oxydation organischer Körper zahlreiche Beispiele von Reaktionen, die in vitro nur unter Wasserausschluss bei hoher Temperatur durchführbar sind, während sie an einer Anode in gekühlter wässriger Lösung verlaufen. Wir erinnern nur an die Acetamidinsynthese bei der elektrolytischen Oxydation von Alkohol in ammoniakalischer Lösung.[27])

Bei allen, den rein chemischen und den elektrochemischen Oxydationsversuchen, bringt die neue Hypothese den grossen Vorteil, dass sie die ausserordentlich niedrigen, in keinem Verhältnis zur angewandten Menge des Oxydationsmittels bezw. des elektrischen Stromes stehenden Ausbeuten verständlich macht.

Die Notwendigkeit einer hohen Ammoniakkonzentration bei den Oxydationsversuchen erhellt aus *drei* Umständen. Erstens ist käufliches, bicarbonathaltiges Ammoniumcarbonat an sich in Wasser nicht sehr leicht löslich, sodass man genügend konzentrierte Lösungen erst durch Einleiten von Ammoniakgas unter Umwandlung in neutrales Ammoniumcarbonat bezw. Ammoniumcarbaminat erhält. Zweitens aber ist die „molekulare Heizung“ bedingt durch eine reichlich verlaufende Oxydation des Ammoniaks, diese ihrerseits jedoch ist von der Ammoniakkonzentration abhängig und verläuft nach den Messungen von *G. Oesterheld* mit praktisch vollständiger Ausnützung des Anodensauerstoffs erst wenn die Konzentration an freiem Ammoniak mindestens 5 Val/Liter erreicht. Für die Wirkung des Permanganats, des Hydroperoxyds und des Ozons werden wohl ähnliche Bedingungen massgebend sein: daraus erklären sich die ziemlich widerspruchsvollen

---

[27]) *Fichter*, Zeitschr. f. Elektrochem. **18**, 647 (1912); Verh. d. Naturf. Ges. Basel **23**, 253 (1912).

Behauptungen der Autoren über die Oxydierbarkeit des Ammoniaks durch die genannten Mittel.[28]) Drittens ist die hohe Ammoniakkonzentration notwendig, um die Oxydationswirkung vom entstandenen Harnstoff abzulenken, wie das aus den von *Stutz* mit fertigem Harnstoff angestellten elektrolytischen Versuchen hervorgeht.[29])

Die neue Hypothese ist nach diesen Überlegungen brauchbar zur Erklärung der oxydativen Harnstoffbildung; sie auferlegt uns aber die Pflicht, die Gleichgewichtsverhältnisse bei der Bildung von Harnstoff aus Ammoniumcarbaminat oder Ammoniumcarbonat bei Gegenwart von Wasser einer erneuten Untersuchung zu unterziehen, wovon in den nächsten Kapiteln die Rede sein wird.

8. Das Wesen der Bildung von Harnstoff aus Ammoniumcarbaminat
(Dr. Stanisch).

Seit *A. Basaroff* herrscht die Meinung, dass Ammoniumcarbaminat bei höherer Temperatur durch Wasserabspaltung in Harnstoff übergehe. Diese, nach unseren üblichen Strukturformeln so einleuchtende Reaktion

$$C{=}O\begin{matrix}\diagup O-NH_4\\ \\ \diagdown NH_2\end{matrix} = C{=}O\begin{matrix}\diagup NH_2\\ \\ \diagdown NH_2\end{matrix} + H_2O$$

bedurfte augenscheinlich keiner besonderen Erklärung, und ist darum auch nie angezweifelt worden.

Als vor einigen Jahren *Bernhard Becker*[30]) im hiesigen Laboratorium die *Basaroff*'sche Reaktion ihrem Wesen nach als chemisches Gleichgewicht erkannte, bereitete ihm aber obige einfache Gleichung eine herbe Enttäuschung. Denn wenn man sie als Gleichgewicht schreibt, und die Anwendbarkeit des Massenwirkungsgesetzes prüft, so wird die nach

$$1)\ NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + H_2O;$$

$$k_1 = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times \text{Konz. } H_2O}{\text{Konz. } NH_2 \cdot COO \cdot NH_4}$$

zu erwartende Konstante k_1 eben ganz und gar nicht konstant, sondern nimmt mit zunehmender Menge Wasser *ab*.

---

[28]) *Gmelin-Kraut-Friedheim*, Handb. d. Anorgan. Chem. **I**, 1, 220—221 (1907).

[29]) Verh. d. Naturf. Ges. Basel **23**, 226 (1912).

[30]) Diss. Basel 1912. S. 21.

Tabelle V.

Mol Harnstoff	Mol Wasser	unzersetzter Harnstoff, Mol-%	k_1	k_2
1	1	38.8	0.246	0.64
1	2	14.7	0.197	0.69
1	3	7.1	0.158	0.69
1	4	4.0	0.126	0.67
1	6	2.0	0.102	0.73

Zur Berechnung dienten uns die von *Becker* bei der Harnstoffzersetzung erhaltenen Zahlen. Nennt man

g die Anzahl Mole Harnstoff
m die Anzahl Mole Wasser vor der Reaktion
n die Anzahl Mole Ammoniumcarbaminat vor der Reaktion,

so ergibt sich die Konstante nach der Formel

$$k_1 = \frac{(g - x)\ (m - x)}{(n + x)}$$

in der für $n = 0$,

$$k_1 = \frac{(g - x)\ (m - x)}{x}$$

wird.

Aus dem Gang der Konstanten ist nur der Schluss möglich, dass das Wasser eigentlich stärker am Gleichgewicht beteiligt ist als die Gleichung voraussehen lässt. Die Harnstoff*zersetzung* durch Wasser verläuft nun wie längst bekannt unter Bildung von Kohlendioxyd und Ammoniak, die sich ebensogut als Ammonium*carbaminat* wie als Ammonium*carbonat* kombinieren können. Bei letzterer Annahme würde das Gleichgewicht zu formulieren sein

$$2)\qquad (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

und die Massenwirkungsformel müsste lauten

$$k_2 = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times (\text{Konz. } H_2O)^2}{\text{Konz. } (NH_4)_2CO_3}$$

Der Berechnung nach diesem Ausdruck legen wir folgende Annahmen zugrunde. Die Anzahl Mole unzersetzter Harnstoff ist analytisch bestimmt und wie oben durch (g—x) gegeben. Die Anzahl Mole freies Wasser wird der ursprünglich zugesetzten Molzahl proportional sein, sodass jene zur Rechnung benützt werden kann. Die Anzahl Mole Ammoniumcarbonat endlich ist identisch mit der

Anzahl Mole zersetzter Harnstoff und = x. So entsteht an Stelle obiger Zahlenreihe k_1 die zweite, daneben stehende k_2, die allerdings auch noch keine völlige Konstanz aufweist (was durch die Versuchsfehler genügend erklärt ist), aber doch erkennen lässt, dass offenbar eine dem Gleichgewicht 2) entsprechende Auffassung mit der Wahrheit besser in Einklang steht als die frühere.

Wenn bei den Versuchsanordnungen von *Basaroff*, von *Bourgeois* und von *Becker* Ammonium*carbaminat* als Ausgangsmaterial diente, so ist in Übereinstimmung mit Gleichung 2) vorauszusetzen, dass in erster Linie Ammonium*carbaminat* in Ammonium*carbonat* übergehen und erst letzteres dann sich in Harnstoff verwandeln werde; da die Beziehungen zwischen Ammoniumcarbaminat und Ammoniumcarbonat nach den Forschungen von *Fenton*[31]) ebenfalls als Gleichgewicht aufzufassen sind, so haben wir es also im ganzen mit einem *zusammengesetzten* Gleichgewicht entsprechend

3) $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 + H_2O \rightleftarrows (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\,H_2O$

zu tun, das auf den ersten Anblick, wenn man es auf die Bildung von Harnstoff hin prüft, *geradezu jeder Vernunft Hohn spricht*, insofern das dem Harnstoff nahestehende Carbaminat zuerst eine Molekel Wasser *addieren* müsste, um darauf zwei Molekeln Wasser *abzuspalten!*

In direktem Widerspruch zu 3) steht augenscheinlich die Feststellung von *Fichter* und *Becker* über die Bedeutung des Reaktionsvolums für den Verlauf der Harnstoffbildung. Denn wenn man nur in mit Carbaminat *angefüllten* Gefässen gute Ausbeuten erhält, während das gleiche Gewicht Carbaminat in einem grösseren Gefäss weniger Harnstoff liefert, so lässt sich doch daraus nur der Schluss ziehen, dass das *unverdampfte Salz* (das im Verlauf des Versuchs zusammenschmilzt) für die Reaktion notwendig ist, und als Salz wurde eben Ammoniumcarbaminat angewandt. Auf diesem Wege kamen *Fichter* und *Becker* auch zur Meinung, dass alle Verbindungen von Ammoniak und Kohlendioxyd bei 135^0 in Ammoniumcarbaminat übergegangen seien, weil sie alle eine nur dem Verhältnis $NH_3 : CO_2 : H_2O$ entsprechende, von der ursprünglich vorliegenden Verbindung unabhängige konstante Ausbeute an Harnstoff geben.

Diese Schlüsse sind indes durchaus *nicht bindend*. Es muss zugegeben werden, dass bei der angewandten Temperatur, weit über der Dissoziationsgrenze der verschiedenen Ammoniumcarbonate, Neuordnungen der Molekeln durchaus möglich sind.

---

31) Proceedings of the Royal Society London **49**, 386 (1886).

Es muss zugegeben werden, dass die nach Gleichgewicht 3) erforderliche Wassermenge, die einen Teil des Carbaminats in Carbonat umwandeln kann, in der Regel in dem Salz bereits drinsteckt. *Fichter* und *Becker* hatten die Erfahrung gemacht, dass die nach *Basaroff* in Alkohol dargestellten Präparate von Ammoniumcarbaminat keine regelmässigen Harnstoffausbeuten liefern, weil ein geringer Rückhalt an Alkohol das Carbaminat stabilisiert — die erforderliche Wassermenge zum Ingangsetzen der Reaktion 3) fehlt. Darum wurde das Carbaminat damals und für die heutigen Versuche in einem aus Glasröhren konstruierten, gut gekühlten Apparat direkt aus den Gasen hergestellt. Derartige Präparate sind hygroskopisch, man beobachtet das Zerfliessen am besten an frisch herausgenommenen *dünnen* Salzschichten; ist einmal oberflächlich etwas Wasser angezogen, so scheint freilich die Hygroskopizität wieder zu verschwinden, indem eine trockene Kruste von Ammoniumcarbonat entsteht, die ihrerseits kein Wasser mehr anzieht. Daraus erklärt sich auch der Widerspruch in den Angaben von *Divers*[32]) und von *Mente*,[33]) deren erster die Zerfliesslichkeit beobachtete, während der zweite nur Aufnahme von Wasser ohne Feuchtwerden zugibt. Auf alle Fälle enthält das von uns angewandte Ammoniumcarbaminat kleine Quantitäten von Wasser bezw. von Ammoniumcarbonat, die sich freilich bei der analytischen Untersuchung nicht zu erkennen geben: 4.00 gr des Präparates verbrauchten 102.5 und 102.65 ccm Normal-Salzsäure zur Neutralisation und besassen demgemäss einen Gehalt an $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ von 100.03 % bezw. 100.18 %.

Es muss endlich zugegeben werden, dass die Harnstoffbildung *selbst*, sobald sie einmal nach der rechten Hälfte von 3) einsetzt, Wasser entstehen lässt, das seinerseits die der linken Hälfte von 3) entsprechende Reaktion wieder reichlicher in Gang bringt. Aus dieser Überlegung folgt, dass *absichtlicher* Zusatz von Wasser die *Geschwindigkeit* der Harnstoffbildung befördert. Um dies zu konstatieren, muss man die Harnstoffausbeuten von Parallelversuchen *mit* und *ohne* Wasserzusatz miteinander vergleichen, und zwar in den ersten Stadien der Reaktion, denn im Endgleichgewicht (zu dessen Erreichung nach *Becker* bei 135° 48 Stunden erforderlich sind) kann der Wasserzusatz nur schädlich wirken.

In der Tat lässt sich nun die Erhöhung der Bildungsgeschwindigkeit des Harnstoffs durch geringen Wasserzusatz mit Leichtigkeit beobachten, wie folgende Zusammenstellung beweist.

---

32) Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie **1870**, 269.
33) Annalen d. Chemie **248**, 235 (1888).

Tabelle VI.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$	H_2O	Volum der Bombe	Zeit	$CO(NH_2)_2$ gr	Proz. [34]
		Temperatur 135⁰			
3.0 gr	0.0 gr	37 ccm	18 Std.	0.303	13.3
3.0 „	0.07 „	37 „	18 „	0.595	25.7
4.5 „	0.0 „	55 „	18 „	0.355	10.2
4.5 „	0.12 „	55 „	18 „	0.647	19.6
		Temperatur 125⁰			
4.5 gr	0 0 gr	37 ccm	24 Std.	0.060	1 7
4.5 „	0.12 „	37 „	24 „	0.470	13.6
4.5 „	0.24 „	37 „	24 „	0.780	22.5
4.5 „	0.36 „	37 „	24 „	0.680	19.9
		Temperatur 100⁰			
4 5 gr	0.0 gr	37 ccm	24 Std.	0.005	0 14
4.5 „	0.12 „	37 „	24 „	0.030	0.87

Zur Ausführung der Versuche ist kurz folgendes zu bemerken: Als Gefässe dienten verzinnte Stahlbomben, als Heizbad für Temperaturen über 100⁰ ein grosses, mit 11 Liter Öl beschicktes Bad von 30 cm Durchmesser und 25 cm Höhe mit elektrischer Widerstandsheizung, die, um möglichste Konstanz zu erzielen, mit Batteriestrom betrieben wurde. Das Carbaminat wurde in kompakten Stücken angewandt, um die von ihm angezogene Wassermenge möglichst zu beschränken. Die Harnstoffausbeuten sind nach dem Eindampfen und Abfiltrieren der nie fehlenden Verunreinigungen (Zinnsäure und kleine Mengen Eisenoxyd) nach *Liebig* titrimetrisch bestimmt.

Der vorausgesehene günstige Einfluss kleiner Wasserzusätze auf die Geschwindigkeit der Harnstoffbildung geht aus der Tabelle schlagend hervor; besonders instruktiv ist die Zahlenreihe bei 125⁰, wo die günstige Wirkung noch bei 0.24 gr Wasser auf 4.5 gr Ammoniumcarbaminat eintritt, während mit 0.36 gr Wasser der schädliche Einfluss auf das Endgleichgewicht sich bereits zu erkennen gibt. Bemerkenswert ist noch die Serie bei 100⁰, denn nach *Becker* liegt bei 115⁰ die untere Grenze der Harnstoffbildung, aber der beschleunigende Einfluss des Wasserzusatzes lässt schon bei 100⁰ nennenswerte Ausbeuten erzielen (vergl. Tabelle IV).

Nun könnte man freilich den Einfluss des Wassers noch in anderer Richtung diskutieren. Es ist bekannt, dass bei Gleichge-

[34]) Prozente der aus der Carbaminatmenge berechneten möglichen Maximalausbeute; 3.0 gr $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ könnten geben 2.307 gr $CO(NH_2)_2$, 4.5 gr $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ 3.46 gr $CO(NH_2)_2$.

wichten, an denen Ammoniak teilnimmt, das Wasser als Katalysator unentbehrlich ist, so z. B. bei der Dissoziation von Ammoniumchlorid nach den schönen Untersuchungen von *H. B. Baker.*[35]) Auch für die Vereinigung von Ammoniak und Kohlendioxyd gilt diese Regel: die Reaktion tritt nur ein, wenn die Gase nicht allzu scharf getrocknet sind.[36]) Sicherlich ist aber der Trocknungsgrad, der zur Verhinderung der Reaktion erforderlich ist, ein ganz anderer, viel weiter gehender, als was wir jemals erreicht oder erstrebt haben. Sicherlich enthalten schon die zur Darstellung des Carbaminats von uns angewandten, nicht besonders getrockneten Gase Kohlendioxyd und Ammoniak viel mehr Wasser, als zulässig wäre, wenn man die Reaktion völlig unterbinden wollte.

Ein zweiter Einwand ist nicht so einfach zu beseitigen. *Becker* schon und wir von neuem haben die Beobachtung gemacht, dass die Reaktionsmasse *schmilzt.* Nach *Van'tHoff*[37]) schmilzt Ammoniumcarbaminat im Druckrohr „bei etwa 140°"; will man also bei niedrigeren Temperaturen Schmelzung erzielen, so muss man den Schmelzpunkt *erniedrigen,* was durch Wasserzusatz erreicht werden kann. Ammoniumcarbaminat ist namentlich in der Wärme in Wasser ungemein leicht löslich, was bei Versuchen in Glasröhren bequem beobachtet wird. 8 gr Carbaminat geben beispielsweise bei 77° mit 3.7 gr Wasser, also mit weniger als dem halben Gewicht, nach einigen Stunden eine klare Lösung. Auch fremde Salze müssen den Schmelzpunkt herunterdrücken; dadurch erklärt sich die in der deutschen Patentanmeldung Kl. 12 o B. 77 103 der Badischen Anilin- und Sodafabrik behauptete günstige Wirkung von allerhand Salzen. Wir haben selbst derartige Versuche mit Ammoniumcarbonat angestellt.

Tabelle VII.

Temperatur 135°.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$	käufl. Ammoniumcarbonat	Volum der Bombe	Versuchsdauer	$CO(NH_2)_2$	
				gr	Proz.
3.0 gr	0.0 gr	37 ccm	18 Std.	0.303	13.2
2.7 „	0.3 „	37 „	18 „	0.551	24.9
2.4 „	0.6 „	37 „	18 „	0.331	15.8
4.5 „	0.0 „	55 „	18 „	0.355	10.2
4.05 „	0.45 „	55 „	18 „	0.647	19.6
3.6 „	0.9 „	55 „	18 „	0.393	12.4

35) Journ. of the Chem. Soc. London **65**, 611 (1894), **73**, 422 (1898).
36) *R. E. Hughes* und *F. Soddy,* Chem. News **69**, 138 (1894).
37) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **18**, 2089 (1885).

In beiden Dreiergruppen bewirkt ein *mässiger* Zusatz von käuflichem Ammoniumcarbonat eine Beschleunigung, während ein grosser Zusatz bereits auf das Endgleichgewicht drückt. Die Wirkung des Carbonats kann interpretiert werden als gleichwertig mit der Zugabe von freiem Wasser im Sinne der linken Seite der Gleichung 3), *oder* durch die Flussmittelhypothese.

Wir sehen indes, trotz der Brauchbarkeit der Flussmittelhypothese, das zusammengesetzte Gleichgewicht 3) für das beste Bild der wahren Verhältnisse an, denn, wie sich aus den unten folgenden Erörterungen ergibt, erlaubt es am einfachsten, alle Beobachtungen unter einheitlichem Gesichtspunkt zusammenzufassen. Hier ist nur noch *ein* Einwand zu erledigen, der sich aus der Arbeit von *C. E. Fawsitt*[38]) über das Gleichgewicht Ammoniumcyanat $\rightleftarrows$ Harnstoff ergibt. *Fawsitt* kommt nämlich dort zum Schluss, dass die Zersetzung des Harnstoffs über Ammoniumcyanat

$$CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O \rightleftarrows NH_4 \cdot CNO + 2\ H_2O = (NH_4)_2CO_3$$

nicht in messbarer Weise umkehrbar sei. Diese Behauptung ist *falsch,* man erhält aus allen Ammoniumcarbonaten, genügende Konzentration der Lösung, genügend hohe Temperatur und genügende Empfindlichkeit des Nachweises vorausgesetzt, Harnstoff.

Die neue, im zusammengesetzten Gleichgewicht 3) niedergelegte Auffassung über die Bildung von Harnstoff aus Ammoniumcarbaminat führt zu folgender Deutung der Reaktion. Das eigentliche Ausgangsmaterial für die Harnstoffbildung ist das neutrale Ammoniumcarbonat. Da indess auf Grund des Gleichgewichts

$$2) \qquad (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

die Gegenwart von Wasser einen schädlichen Einfluss auf die Endausbeute besitzt, so muss man mit einem vorteilhafteren Material arbeiten, das die Bestandteile des Ammoniumcarbonats, aber weniger Wasser enthält, also mit Ammoniumcarbaminat. Da wie bekannt Ammoniumcarbaminat durch Wasser in Ammoniumcarbonat übergeführt wird und zwar umso vollständiger, je höher die Temperatur liegt, so ist bei der Reaktionstemperatur die geringe, durch die Hygroskopizität gewährleistete Wassermenge schon imstande, die Umwandlung in Carbonat einzuleiten, und sobald die Harnstoffbildung in Gang kommt, wird reichlich Wasser erzeugt und die Hydratisierung des Carbaminats vervollständigt. In *wasserfreiem Zustand*

---

[38]) Zeitschr. f. physik. Chemie **41**, 601 (1902); ältere Arbeiten stammen von *J. Walker* und *J. Hambly,* Journ. of the Chem. Soc. London **67**, 746 (1896), und *J. Walker* und *S. A. Kay,* ebendaselbst **71**, 489 (1897).

ist Ammoniumcarbaminat beständiger als Ammoniumcarbonat. Bei Gegenwart von Wasser aber wird im Gegenteil Ammoniumcarbaminat unbeständig, und von einem bestimmten Temperaturmaximum ab *wird es gar nicht mehr existieren können.* Im Gebiete *oberhalb 135⁰* haben wir nur noch mit dem reinen Gleichgewicht

$$2)\qquad (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

zu rechnen, das sich mit weiter steigender Temperatur zu Ungunsten des Harnstoffs verschiebt. Das geht sehr deutlich aus der Temperatur-Ausbeutekurve von *Becker*[39]) hervor, und wird ferner belegt durch die Giltigkeit der Massenwirkungsformel entsprechend 2), die wir oben erhärtet haben. Im Gebiete *unterhalb 135⁰* aber haben wir es mit dem zusammengesetzten Gleichgewicht

$$3)\quad NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 + H_2O \rightleftarrows (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

zu tun, und dessen Lage wird im folgenden Kapitel zu untersuchen sein. Die auf den ersten Blick so frappierende Unwahrscheinlichkeit der ersten Hälfte des Gleichgewichts 3) lässt sich beheben durch die Annahme, das Ammoniumcarbaminat sei beständiger und weniger reaktionsfähig als das Ammoniumcarbonat. Leider fehlen thermische Daten für beide Salze unter vollkommen vergleichbaren Bedingungen.

Das Maximum der Ausbeute bei 135⁰ findet auf diese Weise eine ungezwungenere Erklärung als nach der Annahme von *Becker,* wonach oberhalb 135⁰ die Vergasung des Carbaminats der flüssigen Reaktionsphase einen immer grösseren Anteil entzieht.

Bezüglich des zusammengesetzten Gleichgewichts 3) ist noch eine Bemerkung anzufügen. Sowohl *Fawsitt* als *Becker* beobachteten Ammoniumcyanat als Zwischenprodukt bei der Zersetzung von Harnstoff durch Wasser, aber sie konnten bei der Harnstoff*bildung* das Cyanat nie nachweisen. Auch unsere neuen Versuche waren in dieser Richtung nicht erfolgreicher; es wurde stets mit dem *Blomstrand*'schen Reagens Kobaltacetat auf Cyanat geprüft. Wir können also nichts darüber aussagen, ob das Gleichgewicht 3) eigentlich noch durch ein Glied zu ergänzen ist etwa nach

$$3a)\quad NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 + H_2O \rightleftarrows (NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows NH_4 \cdot CNO + 2\ H_2O \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

aber eine derartige Einschiebung ist auch für unsere Überlegungen ohne Bedeutung.

---

39) Diss. Basel 1912, S. 9; Ber. d. deutsch. chem. Ges. **44**, 3476 (1911).

9. Das Gleichgewicht Ammoniumcarbonat $\rightleftarrows$ Harnstoff unterhalb 135°

(Dr. Stanisch).

Die Untersuchung war aus zwei Gründen auf niedrigere Temperaturen auszudehnen: erstens lässt sich nur unterhalb 135°, nur dort wo Ammoniumcarbaminat neben Wasser existieren kann, das zusammengesetzte Gleichgewicht 3) verwirklichen, und zweitens hatte uns die oxydative Harnstoffbildung den Wunsch erweckt, die Lage des Gleichgewichts auch bei tieferen Temperaturen zu untersuchen.

Aus der unteren Hälfte der Zahlenreihe von *Becker*

Tabelle VIII.

Temperatur	Füllung der Bombe	Versuchsdauer	Harnstoff in gr	Proz.
115°	4 gr/37 ccm	24 Std.	0.02	0.65
120°	4.75 gr/41.8 ccm	48 "	0.32	8.75
130°	4 gr/37 ccm	48 "	0.925	30.06
135°	"	48 "	0.96	31.20
140°	"	48 "	0.860	27.96
150°	"	24 "	0.747	24.28

kann man erkennen, dass das Gleichgewicht

2) $$(NH_4)_2CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O$$

unterhalb 135° zugunsten von Harnstoff verschoben wird. Das stimmt auch vollständig mit der Erfahrung, insofern unterhalb 80° Harnstoff gegen Wasser praktisch beständig ist, und seine Zersetzung erst oberhalb 100° grössere Geschwindigkeit aufweist. Aber *Becker* hat unterhalb 135° wieder bedeutend niedrigere Harnstoffausbeuten erhalten, es kommt also ein neues, ungünstiges Moment dazu, und dieses erblicken wir in einer Verminderung der Konzentration des Ammoniumcarbonats infolge des Gleichgewichts 4).

4) $$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 + H_2O \rightleftarrows (NH_4)_2CO_3$$

Ausserdem sind die *Becker*'schen Ausbeuten niedrig ausgefallen, weil er die Verminderung der Reaktionsgeschwindigkeit durch Temperaturerniedrigung nicht genügend berücksichtigte. Da ganz allgemein eine Differenz von 10° eine Herabsetzung der Geschwindigkeit um das $2^1/_2$-fache herbeiführt, so hätte durch längere Versuchsdauer unterhalb 135° ein Ausgleich herbeigeführt werden sollen.

Versuche bei 125⁰.

Als Gefässe dienten verzinnte Stahlbomben, als Thermostat das elektrisch geheizte Ölbad. Da die Versuche zur Erreichung des Endgleichgewichts länger im Gang blieben, war der Angriff der Verzinnung und, durch schadhafte Stellen hindurch, der Stahlwandung bedeutender als bei den Versuchen bei 135⁰. Infolge einer weiteren Umwandlung des bereits gebildeten Harnstoffs entstanden bei langer Dauer offenbar neue Verbindungen (Cyanamid ? Dicyandiamid ?), die teilweise in Form eines schwerlöslichen, glänzende Flitterchen bildenden Stannosalzes beim Zinnsäureniederschlag zurückblieben, teilweise aber als lösliche nicht flüchtige Körper mit dem Harnstoff zusammen im Abdampfrückstand der filtrierten Lösung sich fanden, jedoch bei der Titration kein Merkurinitrat verbrauchten. In Glasgefässen entstehen zwar die Kristalle der Zinnverbindung nicht, wohl aber der lösliche, mit Harnstoff nicht identische Stoff. Wir geben in der Tabelle das Gewicht des Abdampfrückstands und das Gewicht des titrierten Harnstoffs. Zur Berechnung benützten wir vorsichtshalber nur die letztere Zahlenreihe, obschon aus der Abnahme der Harnstoffmenge mit steigender Versuchsdauer z. B. in der ersten Dreiergruppe deutlich zu ersehen ist, dass die maximale Ausbeute eigentlich höher liegt und nur durch sekundäre Umwandlung verringert wird. Die letzte Kolonne enthält die Konstante k_2, berechnet nach

$$k_2 = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times (\text{Konz. } H_2O)^2}{\text{Konz. } (NH_4)_2CO_3}$$

die bei 135⁰ wirklich konstante Werte ergeben hatte. Hier aber sieht man eine Zunahme der Konstanten, das Wasser hat nicht mehr den ganzen ihm in der Massenwirkungsformel zugeschriebenen Einfluss. (Wenn die wahren Ausbeuten an Harnstoff höher liegen als die aus den Titrationswerten berechneten, so steigen die Konstanten noch viel mehr an.) Im zusammengesetzten Gleichgewicht gilt für die rechte Hälfte die Konstante k_2, und für die linke Hälfte eine Konstante k_4

$$k_4 = \frac{\text{Konz. } NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 \times \text{Konz. } H_2O}{\text{Konz. } (NH_4)_2CO_3}$$

und insgesamt also die Konstante k_3

$$k_3 = \frac{k_2}{k_4} = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times (\text{Konz. } H_2O)^2 \times \text{Konz. } (NH_4)_2CO_3}{\text{Konz. } (NH_4)_2CO_3 \times \text{Konz. } NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 \times \text{Konz. } H_2O}$$

$$= \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times \text{Konz. } H_2O}{\text{Konz. } NH_2 \cdot COO \cdot NH_4}$$

die identisch ist mit der früher (S. 84) geprüften Konstanten k_1. Die Konstante lässt sich für die vorliegende Tabelle nicht berechnen, weil die Konz. $NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ unbekannt, und kein Mittel vorhanden ist, um sie bei der Versuchstemperatur neben der Konz. $(NH_4)_2CO_3$ zu bestimmen.

Tabelle IX.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ gr	H_2O gr	Verhältnis von Mol Carbaminat zu Mol Wasser	Dauer der Erwärmung	Abdampfrückstand	Harnstoff gr	Harnstoff Proz.	k_2
16	—	—	5 Tage	4.90	4.85	39.4	0.65
16	—	—	7 „	4.75	4.69		
16	—	—	10 „	4.31	4.10		
16	3.7	1 : 1	1 „	1.95	1.51	12.1	0.55
16	3.7	1 : 1	2 „	1.89	1.47		
16	7.4	1 : 2	1 „	1.403	1.100	8.9	0.88
16	7.4	1 : 2	2 „	1.395	1.090		
16	11.1	1 : 3	1 „	0.900	0.720	5.85	0.99

Versuche bei 100°.

Als Gefässe wählten wir, um den Verlusten durch Bildung von Zinnverbindungen zu begegnen, Glasröhren, was bei dem niedrigen Druck gefahrlos geschehen konnte. Man kann dabei sehr hübsch beobachten, wie leicht sich Ammoniumcarbaminat in Wasser löst; bei geeigneten Mischungsverhältnissen kristallisiert beim Liegen neutrales Ammoniumcarbonat aus. Als Thermostat diente ein Wassertrockenschrank mit messingenem langen Rückflusskühler, der auf einem elektrischen „Prometheus"-Heizkörper wochenlang in gleichmässigem Sieden erhalten wurde. Die Unterschiede zwischen dem Gewicht des Abdampfrückstandes und demjenigen des titrierbaren Harnstoffs sind hier geringer, erst bei längerer Dauer werden sie fühlbar. Zur Berechnung dienten Mittelwerte aus den siebentägigen Versuchen. Die Konstante

$$k_2 = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times (\text{Konz. } H_2O)^2}{\text{Konz. } (NH_4)_2CO_3}$$

zeigt wie bei 125° einen erheblichen Gang, aber die Konstante

$$k_1 = \frac{\text{Konz. } CO(NH_2)_2 \times \text{Konz. } H_2O}{\text{Konz. } NH_2 \cdot COO \cdot NH_4}$$

wird nun fast konstant. Wir nähern uns also dem Gebiete, wo Carbaminat beständiger ist als Carbonat, und wo seine Anfangskonzentration direkt eingesetzt werden darf.

Tabelle X.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ gr	H_2O gr	Verhältnis von Mol Carbaminat zu Mol Wasser	Dauer der Erwärmung	Abdampfrückstand	Harnstoff		k_2	k_1
					gr	Proz.		
8	—	—	14 Tage		0.0021			
8	1.85	1 : 1	7 „		0.538	8.8	0.38	0.19
8	3.70	1 : 2	2 „		0.195			
8	3.70	„	7 „		0.374			
16	7.40	„	7 „		0.710	6.0	0.56	0.19
8	3.70	„	14 „	0.378	0.355			
8	7.40	1 : 4	2 „		0.095			
8	7.40	„	7 „		0.185	3.0	0.78	0.16
8	7.40	„	7 „		0.175			
8	7.40	„	14 „	0.179	0.155			
8	9.25	1 : 5	7 „		0.147	2.4	0.88	0.15
8	11.10	1 : 6	7 „		0.125	2.0	1.00	0.14
8	11.10	„	14 „	0.119	0.095			
8	14.8	1 : 8	7 „		0.090	1.5	1.23	0.14
8	22.2	1 : 12	7 „		0.061	1.0	1.70	0.13
8	29.6	1 : 18	7 „		0.040	0.6	2.19	0.12

Bei dieser Tabelle fällt sofort der Umstand in die Augen, dass es bei 100⁰ Carbaminat *ohne* Wasserzusatz *überhaupt keine nennenswerte Harnstoffausbeute* mehr gibt. Das ist zweifellos begründet in der Beständigkeit des Carbaminats; die Reaktion wird erst recht in Gang kommen, wenn das durch sie selbst erzeugte Wasser eine genügende Bildung von Carbonat veranlasst. Doch kann man leider die Versuche nicht beliebig lange gehen lassen, weil sonst die Fehler durch sekundäre Umwandlungen des bereits gebildeten Harnstoffs das Ergebnis völlig entstellen würden.

Die Mischung von 1 Mol Carbaminat mit 1 Mol Wasser, die der Zusammensetzung $(NH_4)_2 CO_3$ entspricht, gibt brauchbare Ausbeuten. Die grössere Reaktionsfähigkeit des Carbonats gegenüber dem Carbaminat ist damit bewiesen.

Versuche bei 78⁰.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei 100⁰, nur diente als Heizflüssigkeit im doppelwandigen Trockenschrank Aethylalkohol statt Wasser. Mit der Temperatur sind wir hier in ein Gebiet gelangt, wo die Beständigkeit des Carbaminats noch grösser ist als bei 100⁰, sodass die Berechnung der Konstante k_1 eine sehr regelmässige Reihe ergibt. Allerdings dürfen wir nicht ausser acht lassen, dass die Harn-

stoffausbeute sehr gering, der Versuchsfehler also gross und die Konstanz der k_1-Werte mehr scheinbar als wirklich ist.

Tabelle XI.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ gr	H_2O gr	Verhältnis von Mol Carbaminat zu Mol Wasser	Dauer der Erwärmung	Harnstoff gr	Harnstoff Proz.	k_1
8	1.85	1 : 1	21 Tage	0.030		
8	3.70	1 : 2	21 „	0.082	1.32	0.027
8	7.40	1 : 4	10 „	0.030		
8	„	„	16 „	0.039		
8	„	„	21 „	0.040	0.65	0.026
8	9.25	1 : 5	10 „	0.024		
8	„	„	16 „	0.029		
8	„	„	21 „	0.030	0.48	0.025
8	11.1	1 : 6	10 „	0.025		
8	„	„	16 „	0.029		
8	„	„	21 „	0.029	0.47	0.028
8	14.8	1 : 8	21 „	0.021	0.34	0.027
8	22.2	1 : 12	21 „	0.014	0.23	0.028
8	29.6	1 : 18	21 „	0.010	0.17	0.031

Bei der verwendeten niedrigen Temperatur kommen wir zu dem überraschenden Resultat, dass das Verhältnis von 1 Mol Carbaminat : 1 Mol Wasser eine *geringere* Ausbeute ergibt als das Verhältnis 1 Mol Carbaminat : 2 Mol Wasser, sodass also innerhalb gewisser Grenzen die Harnstoffbildung durch *Wasserzusatz gefördert* wird.

Versuche bei 37—38⁰.

Die Erwärmung erfolgte in verkorkten Glasgefässen in einem Wasserthermostaten.

Es lässt sich durch eine Überschlagsrechnung übersehen, dass bei dieser Temperatur zur Einstellung des Gleichgewichtes eine *sehr lange Zeit* erforderlich wäre. Brauchen wir bei 100^0 7 Tage, so wären bei 40^0 7 mal $2.5^6 = 1708$ Tage oder rund $4^1/_2$ Jahre zur Erreichung des Endzustandes nötig. Nun sind aber die Versuchsfehler selbst bei nur mehrtägigen Versuchen angesichts der überhaupt sehr geringen Harnstoffausbeuten ganz *unheilvoll.* Denn die Löslichkeit des Glases zerstört durch die entstehende alkalische Reaktion den Harnstoff beim Eindampfen, und auch mit unseren Zinnbomben machten wir keine guten Erfahrungen, sodass wir uns einstweilen mit einem vorläufigen, mehr qualitativen Ergebnis begnügen müssen. Es bildeten sich in 24 Stunden

Tabelle XII.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$	H_2O	Verhältnis von Mol Carbaminat zu Mol Wasser	Harnstoff
8 gr	11.1 gr	1 : 6	ca 0.0008 gr
8 „	22.2 „	1 : 12	„ 0.0012 „
4 „	22.2 „	1 : 24	„ 0.0010 „
1 „	200 „	1 : 800	„ 0.0012 „

Es ist vollkommen sicher nachgewiesen, dass stets Harnstoff entstand; dass bei dieser Temperatur die Verdünnung kaum mehr einen ungünstigen, sondern vielleicht geradezu einen günstigen Einfluss ausübt; dass in den verdünnten Lösungen die Reaktionsgeschwindigkeit gross genug ist, um selbst nach wenigen Stunden qualitativ Harnstoff nachzuweisen, wenn auch zur Erreichung des Endgleichgewichts Jahre nötig wären. Aber mehr als diese allgemeinen Richtlinien können wir aus unseren zahlreichen, hier nicht wiedergegebenen Versuchen, der experimentellen Schwierigkeiten wegen, nicht herauslesen.

Überblicken wir nun nochmals das Ineinandergreifen der Einflüsse der Temperatur und der Verdünnung vom Gesichtspunkt des zusammengesetzten Gleichgewichts

$$3)\quad NH_2 \cdot \underbrace{COO \cdot NH_4 + H_2O \rightleftarrows (NH_4)_2}_{4)}\underbrace{CO_3 \rightleftarrows CO(NH_2)_2}_{2)} + 2\,H_2O$$

so lassen sich folgende Fälle voraussehen.

Die Erniedrigung der Temperatur stabilisiert in 4) das Carbaminat, in 2) den Harnstoff. Die Vermehrung der Wassermenge wirkt in 4) und in 2) dem Temperaturfaktor entgegen. Je nach dem Überwiegen des einen oder anderen Effektes rechts oder links kann bei einem gegebenen Verhältnis Mol Carbaminat : Mol Wasser bei Temperaturen unterhalb 135^0

I. Die Begünstigung von 2) so gross werden, dass trotz an sich grösserer Beständigkeit des Carbaminats die Wassermenge genügt, um so viel Carbonat zu erzeugen, dass die Harnstoffausbeute *steigt*.

II. Die Stabilisierung des Carbaminats in 4) gerade der Begünstigung der Harnstoffbildung in 2) die Wage halten, sodass die Ausbeute auch bei niedriger Temperatur *gleich* bleibt.

III. Die Stabilisierung des Carbaminats durch die Wassermenge *nicht* kompensiert werden, sodass die Ausbeute *sinkt*.

Alle drei Fälle sind in unseren Versuchen verwirklicht und hier nochmals aus den einzelnen Tabellen zusammengestellt.

Tabelle XIII.

	I			II		III	
	1 : 2	1 : 3	1 : 5	1 : 0	1 : 3	1 : 1	1 : 2
135⁰	7.1	4.0	2.0	38.8	4.0	14.7	7.1
125⁰	8.9	5.85	—	39.4	—	—	—
100⁰	—	—	2.4	—	4.0*)	8 8	6 0

Bei 100⁰ sind die drei Fälle deutlich ausgeprägt im Vergleich mit der Serie bei 135⁰; während bei den Verhältnissen 1 : 1 und 1 : 2 die Wassermenge zur Umwandlung des Carbaminats in Carbonat noch nicht hinreicht und die Ausbeute infolgedessen sinkt, ist beim Verhältnis 1 : 3 bereits Ausgleich der beiden Effekte eingetreten, und von 1 : 5 ab muss die Harnstoffausbeute durchweg höher ausfallen. In der Serie 125⁰ ist der Ausgleich schon beim Verhältnis 1 : 0 vorhanden, und bei Wasserzusatz von 1 : 2 ab Verbesserung der Ausbeute gegenüber 135⁰.

Diese Diskussion lässt voraussehen, dass beim Herabsteigen mit der Temperatur die Kompensation und a fortiori die Ausbeutesteigerung gegenüber 135⁰ stets grössere Wassermengen verlangt, dass also die Reaktion umso vorteilhafter verläuft, je verdünnter die Lösung ist. Das springt aber auch aus unseren vorläufigen Versuchen bei 37⁰ in die Augen, denn die Verdünnung scheint dort gar keine oder nur noch eine günstige Rolle zu spielen.

Diese Zusammenfassung aller unserer Versuche über Harnstoffbildung aus Ammoniumcarbaminat ergibt, dass die Anschauung vom zusammengesetzten Gleichgewicht

$$\text{3)}\quad NH_2 \cdot COO \cdot NH_4 + H_2O \underset{\text{konzentrierte Lösung, Kälte}}{\overset{\text{Wärme, verdünnte Lösung}}{\rightleftarrows}} (NH_4)_2CO_3 \underset{\text{verdünnte Lösung, Wärme}}{\overset{\text{Kälte, konzentrierte Lösung}}{\rightleftarrows}} CO(NH_2)_2 + 2\,H_2O$$

in klarer und einleuchtender Weise Rechenschaft ablegt von dem Gange der Reaktion, sodass sie gegenüber anderen, ebenfalls möglichen Theorien den Vorzug verdient.

*) Interpoliert aus 1 : 2 (6.0) und 1 : 4 (3.0).

10. Einfluss von freiem Ammoniak auf das Gleichgewicht Ammoniumcarbonat ⇄ Harnstoff

(Dr. Stanisch).

Die Untersuchung über das Harnstoffgleichgewicht war veranlasst worden durch den Wunsch, die oxydative Harnstoffbildung aus Carbaminat-Ammoniak zu erklären. Da nun bei jener Versuchsanordnung stets bei Gegenwart von viel freiem Ammoniak gearbeitet worden ist, so entstand die Frage, ob vielleicht Ammoniak auf das eben untersuchte Gleichgewicht einen die Harnstoffbildung befördernden Einfluss ausübt. Wir prüften diese Frage sowohl bei Ausschluss als bei Gegenwart von Wasser. Im erstern Falle wurde entweder Ammoniakgas aus der Vorratsbombe in eine mit Ventil versehene verzinnte Stahlbombe eingeführt oder flüssiges Ammoniak dem vorgekühlten Carbaminat zugesetzt und die Bombe sofort verschraubt.

Tabelle XIV.

$NH_2 \cdot COO \cdot NH_4$ gr	H_2O gr	Volum der Bombe	Versuchsdauer	Ammoniak	Harnstoff gr	Harnstoff Proz.
			135°			
4.5	—	37 ccm	24 Std.	—	1.230	35.5
4.5	—	37 „	24 „	10 Atm.	1.200	34.3
4.5	0.12	37 „	42 „	—	0.984	28.3
4.5	0.12	37 „	42 „	10 Atm.	1.106	31.9
			125°			
4.5	—	37 „	24 „	—	0.060	1.7
4.5	—	37 „	24 „	10 Atm.	0.340	9.8
4.5	—	37 „	24 „	1 ccm. flüss.	0.487	14.1
4.5	—	37 „	24 „	2—3 ccm flüss.	0.143	4.3
4.5	0.12	37 „	24 „	—	0.470	13.6
4.5	0.12	37 „	24 „	10 Atm.	0.405	11.7
4.5	0.24	37 „	24 „	—	0.780	22 5
4.5	0.24	37 „	24 „	10 Atm.	0.740	21.4
4.5	0.36	37 „	24 „	—	0.680	19.9
4.5	0.36	37 „	24 „	10 Atm.	0.685	19.9
			100°			
4.5	—	37 „	24 „	—	0.005	0.14
4.5	—	37 „	24 „	10 Atm.	0.025	0.72
4.5	—	37 „	24 „	10 ccm flüss.	0.006	0.17

(10 Atm. Ammoniak in 37 ccm ergeben etwa 0.26 gr NH_3; 1 ccm flüssiges Ammoniak ergibt etwa 0.65 gr.)

In groben Zügen bietet sich also folgendes Bild: Bei *Abwesenheit* von Wasser übt Ammoniak einen günstigen Einfluss aus, der aber nur bei mässigem Zusatz bemerkbar wird, während grosse Mengen entschieden schädlich wirken. Man darf dies vielleicht so auffassen, dass der Ammoniakdruck der Vergasung des Carbaminats entgegenwirkt und somit den Anteil des geschmolzenen Salzes steigert oder also denselben Effekt hat wie eine grössere Füllung. Ein Zuviel an Ammoniak aber kann durch sekundäre Reaktion mit dem Harnstoff (Bildung von Guanidin?) wieder schaden. Die volle Erklärung der Erscheinung ist indes für den Augenblick unwichtig, denn bei der oxydativen Harnstoffbildung haben wir stets mit der Gegenwart von Wasser zu rechnen.

Bei *Anwesenheit* von Wasser aber übt Ammoniak nach obiger Tabelle *keinen*, auf jeden Fall keinen *günstigen* Einfluss aus. Der Ammoniakgehalt der Lösung bei der oxydativen Harnstoffbildung ist demnach wohl unentbehrlich, weil ja freies Ammoniak oxydiert werden soll und daraus die nötige Reaktionswärme zur Harnstoffbildung fliesst; er ist ferner sehr vorteilhaft, weil er erlaubt, viel konzentriertere Lösungen von Ammoniumcarbonat herzustellen; aber er ist ohne wesentlichen Einfluss auf das Harnstoffgleichgewicht. Ja, er wird eigentlich in jener Richtung eher schaden, insofern freies Ammoniak das Carbaminat stabilisiert. Indes am Orte der Oxydation selbst wird die Konzentration an freiem Ammoniak infolge des Verbrauchs niedriger sein, es wird vielleicht infolge der Bildung von Oxydationsprodukten saurer Natur Neutralisation eintreten, ja sogar freie Kohlensäure vorhanden sein. Dadurch würde das Carbaminat am sichersten zerstört, und es käme nur das eigentlich gesuchte reine Gleichgewicht zwischen Carbonat, Harnstoff und Wasser zustande, das bei niedriger Temperatur zugunsten von Harnstoff verschoben ist. Sowohl aus den Angaben von *B. Becker* als auch aus eigenen, hier nicht wiedergegebenen Versuchen geht in der Tat hervor, dass freie Kohlensäure der thermischen Harnstoffbildung durchaus nicht abträglich ist, denn käufliches, bicarbonathaltiges Ammoniakcarbonat lässt sich nicht nur genau so gut wie Ammoniumcarbaminat zur Harnstoffsynthese verwenden, sondern auch noch die Einstellung des Gleichgewichts in viel kürzerer Zeit erreichen.

11. Rückblick und Schluss.

Unsere Aufgabe war, eine Erklärung zu finden für die Bildung von Harnstoff aus ammoniakhaltigem Ammoniumcarbonat bezw. Ammoniumcarbaminat bei der Elektrolyse. Nachdem wir zuerst fest-

gestellt hatten, dass darin keine spezifische Wirkung des Wechselstroms vorliegt, sondern dass der Gleichstrom ebensogut oder noch besser dem genannten Zwecke dient, und dass die Reaktion ausschliesslich an der Anode verläuft, gelang es uns, die Harnstoffbildung auch durch rein chemische Oxydationsmittel Wasserstoffperoxyd, Calciumpermanganat und Ozon zu erzielen: in allen Fällen, sowohl bei den alten *Drechsel*'schen Versuchen, als bei den neueren elektrolytischen oder chemischen Oxydationen, wird eine erhebliche Menge Ammoniak oxydiert, und es bildet sich reichlich Ammoniumnitrat und Ammoniumnitrit; das letztere geht schon während des Versuches oder bei der Aufarbeitung durch Spaltung in Stickstoff und Wasser verloren.

Die Harnstoffausbeuten sind bei allen Versuchen sehr niedrig und betragen selbst bei vielstündiger Behandlung grosser Massen der Carbaminat-Ammoniaklösungen nur Dezigramme. Auf Grund der bei der Oxydation des Ammoniaks entwickelten Reaktionswärme kamen wir zum Schluss, dass am Orte der Oxydationswirkung in lokaler Beschränkung eine wesentliche Temperaturerhöhung eintrete, die sich in der Gesamtmasse der Lösung freilich nicht messen lasse. Die örtlich gesteigerte Temperatur aber muss in den konzentrierten Lösungen Bedingungen schaffen, die eine rein thermische Umwandlung von Ammoniumcarbonat oder Ammoniumcarbaminat in Harnstoff ermöglichen. Bei einer Revision und Vervollständigung der Beobachtungen über das Gleichgewicht zwischen Ammoniak, Kohlendioxyd und Wasser einerseits und Harnstoff andrerseits fanden wir, dass nicht Ammonium*carbaminat*, sondern Ammonium*carbonat* das eigentliche Ausgangsmaterial für die thermische Harnstoffbildung darstellt. Beim Arbeiten mit trockenen Salzen werden die besten Ausbeuten erzielt, wenn man von Ammonium*carbaminat* ausgeht, denn es enthält infolge seiner Hygroskopizität genügend Wasser resp. Ammoniumcarbonat, um die Reaktion einzuleiten, und im Verlauf derselben entsteht ja reichlich Wasser; im Endzustand aber weist dieses System eine geringere Wassermenge und somit einen grösseren Harnstoffgehalt auf als jede andere Kombination von Kohlensäure und Ammoniak. Bei 135^0 und oberhalb davon ist bei Gegenwart von Wasser überhaupt nur Ammoniumcarbonat beständig; mit steigender Temperatur verschiebt sich indessen das Gleichgewicht zu Ungunsten des Harnstoffs. Unterhalb 135^0 aber existiert neben Ammonium*carbonat* auch Ammonium*carbaminat* bei Gegenwart von Wasser, und zwar mit sinkender Temperatur in immer reichlicherem Anteil, sodass dadurch das Gleichgewicht ebenfalls zu Ungunsten von Harnstoff beeinflusst wird. Eine Gegenwirkung ist möglich durch Steigerung der Wassermenge, sodass die Lösungen bei tieferen Tem-

peraturen immer verdünnter sein dürfen, ohne die Harnstoffausbeute zu gefährden. So lässt sich also voraussehen und experimentell begründen, dass die zur elektrolytischen oder chemischen Oxydation verwendeten Lösungen, welche ungefähr 1 Mol Carbaminat auf 9 Mol Wasser enthalten, bei einer Erwärmung auf bloss 100^0 *höhere* Ausbeuten liefern als bei 135^0. An sich sind die durch die direkte Erhitzung von Lösungen erhaltenen Harnstoffausbeuten meist viel höher als die bei den verschiedenen Oxydationsmethoden erzielten, aber bei den Erhitzungsversuchen wurde das Gleichgewicht *erreicht*, bei den Oxydationsversuchen ist das angesichts der kurzen Dauer der lokalen Erwärmung sicher *nicht* der Fall. Die Gesamtheit der Gleichgewichtsversuche bietet nichts, das mit der Auffassung der oxydativen Harnstoffbildung durch „molekulare Heizung" im Widerspruch stände.

Die früher aufgestellte Hypothese über die anodische Harnstoffbildung durch intermediäre Reduktion der Kohlensäure zu Ameisensäure oder Formamid infolge der Wirkung des Hydroxylamins ist *nicht* stichhaltig, und der dort gesuchte Zusammenhang mit den Oxydationsversuchen von *Hofmeister* und *Eppinger* besteht *nicht*, soweit Ammoniumcarbonat als Ausgangsmaterial in Frage kommt. Die Ursache der gesteigerten Harnstoffausbeuten bei der elektrolytischen Methode an Kohle- oder Graphitanoden muss noch näher geprüft werden.

Wenn aber einerseits der Zusammenhang mit den *Eppinger*'schen Versuchen und seiner speziellen Theorie der physiologischen Harnstoffbildung aufgehoben wird, so ist andrerseits die neue Erklärung in voller Übereinstimmung mit der *allgemeinen Theorie der Harnstofferzeugung im lebenden Organismus.*[40]) Nur darf dort dem Carbaminat nicht mehr eine Hauptrolle als Zwischenprodukt zugeschrieben werden.

Es ist uns allerdings bei Gleichgewichtsversuchen bei Körpertemperatur nicht gelungen, nennenswerte Harnstoffmengen aus Ammoniumcarbonatlösungen zu erzeugen, allein die geringe Reaktionsgeschwindigkeit kann im Organismus durch katalytische Wirkungen wesentlich gesteigert und die Konzentration des die Ausbeute vermindernden Carbaminats durch freie Kohlensäure heruntergesetzt sein.

---

[40]) *E. Abderhalden.* Lehrbuch der Physiologischen Chemie, 3. Auflage, Band I, S. 581 (1914).

Meinen beiden Mitarbeitern, den Herren Dr. phil. *Heinrich Steiger* und Dr.-Ing. *Theophil Stanisch,* deren Anteil jeweilen in den einzelnen Kapiteln angegeben ist, möchte ich auch an dieser Stelle für ihre ausgezeichneten Dienste den besten Dank aussprechen.

Fr. Fichter.

Basel, Anorganische Abteilung der Chemischen Anstalt, Sept. 1916.

Die Chromatophoren-Verlagerung in den Palissadenzellen mariner Rotalgen und grüner Laubblätter.

Von

G. Senn.

Am Schlusse meiner Ausführungen über die Anordnung der Chromatophoren im Palissadengewebe der Laubblätter und der Lebermoos-Thalli sprach ich die Vermutung aus (*Senn* 1908, S. 115), dass man in den palissadenartigen Assimilationszellen der histologisch hoch differenzierten *Rhodophyceen* und *Phaeophyceen* vermutlich die gleiche Chromatophoren-Anordnung und Verlagerung antreffen werde, wie im Palissadenparenchym der Laubblätter.

Im Frühling 1914 hatte ich in der zoologischen Station Neapel Gelegenheit, über diese Frage einige Versuche anzustellen. Diese beschränken sich auf die beiden *Rhodophyceen: Peyssonnelia Squamaria (Gmel.) Decne* und *Platoma cyclocolpa Schmitz*, da nur bei ihnen unter allen von mir beobachteten Meeresalgen mit Palissaden-Parenchym die Chromatophoren auf photische Reize relativ prompt reagierten. Die an diesen beiden Objekten gewonnenen Resultate regten mich zu weiteren Versuchen mit Laubblättern an.

Ich möchte nicht unterlassen, auch an dieser Stelle dem hohen Schweizerischen Bundesrate für die Überlassung des schweizerischen Arbeitsplatzes an der zoologischen Station Neapel im März und April 1914 meinen besten Dank auszusprechen.

1. Die Anordnung und Verlagerung der Chromatophoren mariner Rotalgen.

a) *Peyssonnelia Squamaria.*

Die typischsten Palissadenzellen weist *Peyssonnelia* auf, welche in Form dorsiventraler gelappter Thalli auf felsigem Meeresgrunde gedeiht und ihre Ränder horizontal wie kleine Schutzdächer frei ins Wasser hinausstreckt. An radialen, zum Thallusrand senkrecht gerichteten Querschnitten (Fig. 1) erkennt man in der Nähe der Thallus-

unterseite einen radial verlaufenden Faden von basal etwas erweiterten Zellen. Von ihnen zweigt nach unten je eine Zelle ab, die oft ein einzellreihiges Rhizoid trägt (Fig. 1 rechts). Nach oben gehen von jeder Achsenfadenzelle drei schräg gegen den Thallusrand gerichtete Palissadenzellreihen ab, die alle drei aus einer Zelle der axilen Reihe hervorgegangen sind. *Nägeli* (1847, S. 249 f.) bildet nur zwei Palissadenzellreihen ab, führt aber für den von ihm als zweifelhaft betrachteten Fall, dass auch drei Reihen vorkommen, die dritte Reihe richtiger Weise auf eine nochmalige Längsteilung der vorderen Astzelle zurück. In den meisten meiner Präparate standen auf einer Achsenfadenzelle drei Palissaden-Zellreihen. In einigen fanden sich den Angaben *Nägeli's* entsprechend nur zwei Zellreihen. In einem Thallus endlich konstatierte ich eine Verzweigung der drittäussersten Zelle einer Reihe (Fig. 1), sodass dort eine Achsenfadenzelle vier Zellreihen resp. Äste trug. Die Zahl derselben ist somit keineswegs fixiert.

Sämtliche Zellen des Thallus schliessen untereinander lückenlos zusammen. Zwischen ihnen befindet sich Membransubstanz oder Gallerte; lufthaltige Interzellularräume fehlen.

Die in den Zellen der untern Thalluspartie enthaltenen roten Chromatophoren sind kurz bandförmig, oft gekrümmt und mit kleinen Zipfeln versehen, wie sie bei vielen *Rhodophyceen* anzutreffen sind. Mit zunehmender Annäherung an die Thallusoberseite runden sich die Rhodoplasten mehr und mehr ab und erscheinen in den äussersten Astzellen als ziemlich grosse Kugeln, die sich von den tiefer liegenden bandförmigen, weinroten Chromatophoren auch durch ihre schmutzig braunrote Farbe unterscheiden.

Die Chromatophoren der Astzellen sind nun in der Weise angeordnet, dass sie an der der Thallusoberseite zugekehrten Querwand jeder Palissadenzelle einen dichten Belag bilden, der an der schrägen Zylinderwand gegen die untere Fugenwand hin allmählich abnimmt. Dabei wird die der Thallusoberseite zugekehrte Seite der schiefen Flanke gegenüber der abwärts gekehrten deutlich bevorzugt (Fig. 1). Die innere resp. untere Querwand ist dagegen von Chromatophoren ganz entblösst. Diese Anordnung erweist sich als eine rein photische, in der alle Chromatophoren bestrebt sind, sich dem der Thallusoberfläche zugekehrten, am meisten Licht erhaltenden Zellende zu nähern. Da mit zunehmender Entfernung von der Thallusoberseite die Lichtintensität infolge der Absorption durch die Zellen noch rascher als nach dem Quadrat der Entfernung abnimmt, ist die Intensitätsabnahme des Lichtes innerhalb einer Zelle trotz deren geringer Länge so beträchtlich, dass die Chromatophoren mit typischer positiver Phototaxis reagieren. Diese einseitige, der Lichtquelle zugewendete

Chromatophoren-Anordnung habe ich (*Senn* 1908, S. 67) als *Vorderlage* oder *Antistrophe* bezeichnet.

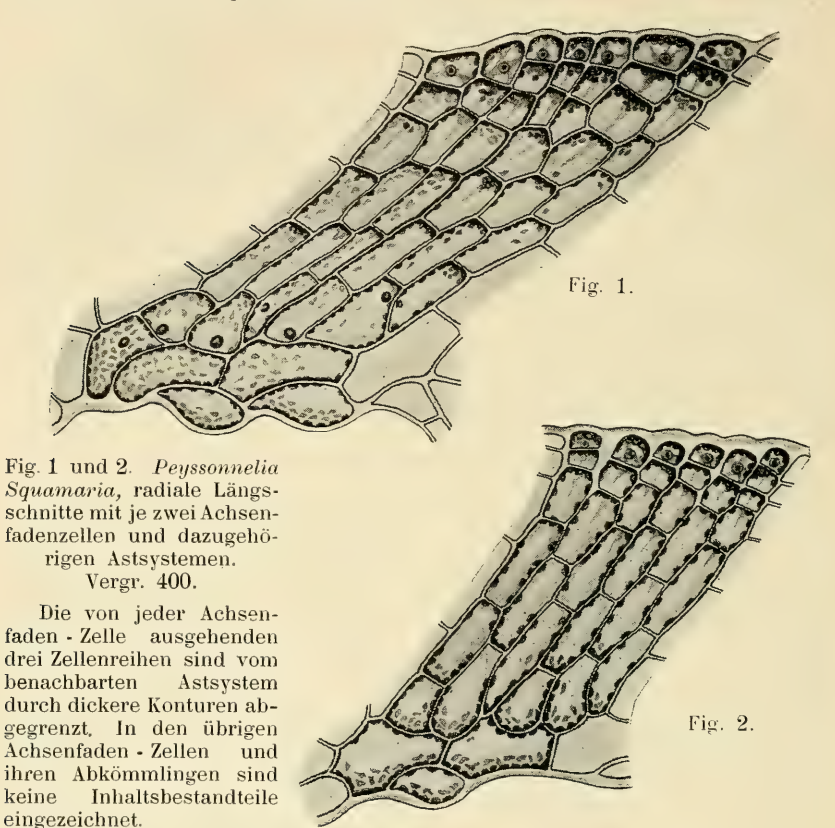


Fig. 1 und 2. *Peyssonnelia Squamaria,* radiale Längsschnitte mit je zwei Achsenfadenzellen und dazugehörigen Astsystemen. Vergr. 400.

Die von jeder Achsenfaden-Zelle ausgehenden drei Zellenreihen sind vom benachbarten Astsystem durch dickere Konturen abgegrenzt. In den übrigen Achsenfaden-Zellen und ihren Abkömmlingen sind keine Inhaltsbestandteile eingezeichnet.

Fig. 1. Oberseite des Thallus belichtet. In allen Astzellen Antistrophe der Rhodoplasten nach der Thallusoberseite zu. In den Achsenfaden- und den darunter liegenden Zellen Epistrophe oder Antistrophe nach der Unterseite zu. Die Achsenfaden-Zelle links ist ausnahmsweise in zwei Zellen geteilt. Im Astsystem rechts ist durch weitere Astbildung eine vierte Zellreihe entstanden.

Fig. 2. Unterseite 4 Tage belichtet; in den drei bis vier äusseren Astzellen unveränderte Antistrophe nach der Thallusoberseite zu. In ein bis zwei innern Astzellen, in den Achsenfaden- und unteren Astzellen ist Antistrophe nach der belichteten Thallusunterseite hin eingetreten.

In den Astzellen der Thallus-Unterseite liegen die Rhodoplasten der an das Meerwasser grenzenden freien Aussenwand an, zeigen also *Epistrophe.* Dasselbe gilt für die kleine freie Stelle der Membran jeder Achsenfadenzelle. Sonst sind in letzteren die Chromatophoren nicht einmal bei einem Individuum überall gleich gelagert. Diese Zellen erhalten eben infolge der starken Absorption durch den Thallus nur sehr

schwaches Oberlicht, welches dem vom Meeresgrunde und vom Wasser nach oben reflektierten diffusen Licht an Stärke ungefähr gleich kommen dürfte. Es hat darum den Anschein, als ob sich in den Achsenfadenzellen alle auf die Chromatophoren wirkenden photo- und chemotaktischen Reize gegenseitig ungefähr die Wage halten, sodass je nach den Schwankungen in der Intensität dieser Reize bald Antistrophe (nach der Ober- oder Unterseite des Thallus hin) bald Peristrophe zustande kommt.

Die in den Astzellen der Thallusoberseite herrschende Antistrophe nach oben hin bleibt aber nicht unter allen Umständen erhalten. Bringt man den *Peyssonnelia*-Thallus in *inverser Lage* unter einen schwarzen Zylinder, der nur senkrecht einfallendes Licht auf die Unterseite des Thallus gelangen lässt, so wandern die bandförmigen Chromatophoren der unteren Thalluspartie in die nunmehr dem Lichte zugekehrten morphologisch unteren Enden der Palissadenzellen, sodass sie der von entgegengesetzter Seite wirkenden Lichtquelle gegenüber wiederum Antistrophe einnehmen (Fig. 2). Die kugeligen Rhodoplasten der zwei bis drei äussersten Astzellen verharren jedoch in ihrer ursprünglichen Antistrophe. Da sie sogar bei direkter Besonnung keine Verlagerung ausführen, ist anzunehmen, dass sie einer solchen unfähig sind oder dass sie den Lichtreiz gar nicht perzipieren. Im Hinblick auf meine früheren Resultate (*Senn* 1908, S. 184), nach welchen Chromatophoren meristematischer und jugendlicher Zellen keine photischen Verlagerungen ausführen, ist diese Bewegungslosigkeit nichts auffallendes; handelt es sich doch auch hier um Chromatophoren teilungsfähiger Scheitelzellen und ihrer direkten Nachkommen, also von Zellen, welche sich noch im meristematischen Zustand befinden.

b) Platoma cyclocolpa.

Die gleiche Lagerung ähnlich gestalteter Chromatophoren beobachtet man bei *Platoma cyclocolpa Schmitz,* einer *Nemastomacee,* deren flacher weichknorpeliger Thallus mit einer zentralen Haftscheibe dem Boden aufsitzt und mit seinen Ästen eine einfache Rosette oder einen flachen, durchbrochenen Kelch bildet. Der anatomische Bau dieser Alge zeigt den sogenannten Springbrunnen-Typus, also eine grössere Anzahl parallel verlaufender zentraler Längsfäden, welche nach der Peripherie radiale Äste entsenden. Ihre reichlichen Verzweigungen lagern sich dicht nebeneinander und bilden mit ihren bis zweimal so langen als dicken und zur Thallusoberfläche senkrecht orientierten Zellen ein Palissadenparenchym, das wie bei *Peyssonnelia,* jedoch im Gegensatz zu demjenigen der Laubblätter,

nach aussen nicht von einer Epidermis, sondern von den Scheitelzellen der letzten Verzweigungen abgegrenzt ist (Fig. 3).

Die Wuchsform des Thallus erzeugt eine gewisse Dorsiventralität, die sich makroskopisch in der tiefer roten Färbung der Thallusoberseite äussert. Dies beruht darauf, dass die dem Lichte zugekehrte Thallusoberseite grössere Chromatophoren aufweist als die Unterseite. Ferner bestehen die letzten Ver-

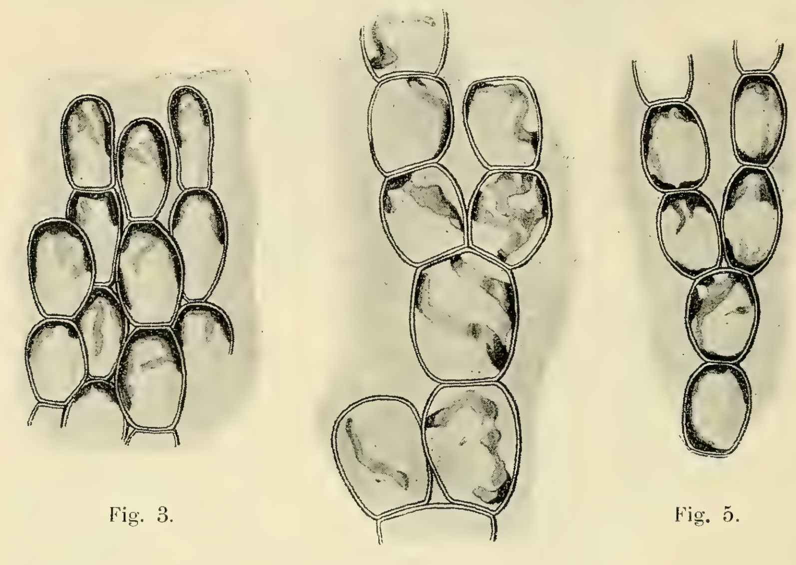


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 3, 4 und 5. *Platoma cyclocolpa* Querschnitte durch Thalluszipfel, Astzellen von der Seite gesehen. Vergr. 1200.

Fig. 3. aus diffusem Licht. Rhodoplasten in Antistrophe an der äusseren Fugenwand. Zellen der Thallusunterseite.

Fig. 4. $2^1/_2$ Stunden konstant senkrecht von oben besonnt. Rhodoplasten in Parastrophe an der Cylinderwand, direkt besonnte Querwände entblösst. Zellen der Thallusoberseite.

Fig. 5. 4 Tage verdunkelte Zellen der Thallusunterseite. Rhodoplasten auf beiden Fugenwänden in Apostrophe.

zweigungen unter der Thallusoberseite aus relativ kurzen, dick tonnenförmigen Zellen mit einem Verhältnis von Dicke zu Länge, das zwischen 1,3 und 1,5 liegt. (Fig. 4.) Die Zellen der Unterseite dagegen sind viel höher; das Verhältnis ihrer Länge zur Dicke schwankt zwischen 1,75 und 2,28. (Fig. 3 und 5). Man ist deshalb im Stande auch an Querschnitten Ober- und Unterseite zu unterscheiden.

Jede dieser Zellen enthält einen bandförmigen, weinrot gefärbten pyrenoidfreien Chromatophor, der je nach der Gestalt der

Zelle in steileren oder flacheren Schraubenbändern der Membran anliegt.

Im diffusen Licht liegen die Chromatophoren der drei bis vier äussersten Zellen der der Thallusoberseite zugekehrten Querwand an, nehmen somit Antistrophe ein, die sich bei der ungefähren Übereinstimmung in der Lage der Querwände darin äussert, dass (bei Betrachtung des Querschnittes) unter der Thallusoberseite mehrere rote Schichten mit farblosen Streifen abwechseln (Fig. 3). Dasselbe beobachtet man auch in der Thallusunterseite, nur dass dort die Antistrophe entsprechend der geringeren Lichtintensität bloss etwa bis zur drittletzten Zelle jedes Fadenastes reicht. In der Mitte des Thallus liegen die Chromatophoren entsprechend der dort herrschenden schwach diffusen Beleuchtung in relativ steilen Schraubenbändern der Zylinderwand der Zelle an.

Wird nun die Lichtintensität bei konstant senkrechter Strahlenrichtung über die normale Höhe gesteigert, so geben die Chromatophoren der direkt besonnten Seite ihre Antistrophe auf und gehen in Parastrophe an der Zylinderwand der Zelle über (Fig. 4), also gerade wie die Chromatophoren des Palissadenparenchyms eines Laubblattes, das konstant senkrecht zu seiner Oberfläche besonnt worden ist. Bei einer drei bis sechstägigen Verdunkelung wandern die Chromatophoren in Apostrophe, also nach den Fugenwänden, und zwar häufig so, dass ein Ende des langen Chromatophors an der inneren, das andere Ende an der äusseren Querwand liegt (Fig. 5). Im Prinzip also wieder dieselbe Lagerung wie im Palissadenparenchym der Laubblätter.

Wie bei *Peyssonnelia* geben auch bei *Platoma* die Rhodoplasten der endständigen Scheitelzellen bei allen diesen Reizungen ihre Antistrophe nicht auf.

2. Die Chromatophoren-Verlagerung der beiden Rotalgen im Vergleich zu derjenigen grüner Laubblätter.

Während im intensiven Licht und in der Dunkelheit die Chromatophoren-Anordnung in den Palissadenzellen von *Peyssonnelia* und *Platoma* mit derjenigen der Laubblatt-Palissaden übereinstimmt, ist sie — entgegen meiner früheren Vermutung — im Licht mittlerer Intensität von dieser wesentlich verschieden.

Im Laubblatt herrscht bei diffuser Beleuchtung Epistrophe an den Seitenwänden (Fig. 7), bei den beiden Rotalgen dagegen Antistrophe im vorderen Ende der Palissadenzellen. Dieser Unterschied

ist jedoch keineswegs prinzipieller Natur, sondern durch die besonderen optischen Verhältnisse bedingt.

Ich habe s. Zt. nachweisen können (*Senn* 1908, S. 98), dass die Chromatophoren der Palissadenzellen in senkrecht von oben mit parallelen Strahlen belichteten Blättern sich an der vorderen und der hinteren Fugenwand ansammeln; sie nehmen, wie die Chromato-

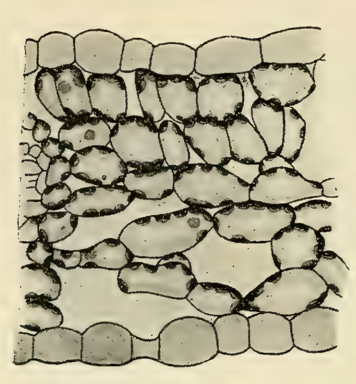


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 6, 7 und 8. *Taraxacum officinale,* Blattquerschnitte. Vergr. 400.

Fig. 6. Blatt mit parallelen Strahlen senkrecht von oben belichtet. Interzellularen mit Wasser injiciert. Palissadenparenchym: Diastrophe. Schwammparenchym: Dia- oder Antistrophe.

Fig. 7 und 8. Blattoberseite mit convergenten Strahlen von 90° belichtet.

Fig. 7. Interzellularen lufthaltig: Palissadenparenchym Epistrophe. Schwammparenchym Diastrophe.

Fig. 8. Interzellularen mit Wasser injiziert: überall Antistrophe.



Fig. 8.

phoren von Moosblättern, ***Diastrophe*** an (Fig. 6). Noch bei einer Konvergenz der einfallenden Lichtstrahlen von 50° und 70° bleibt diese Anordnung wenigstens teilweise erhalten. Erst bei einer Konvergenz von 90° weisen die beiden Fugenwände kein Chlorophyll mehr auf. Die Zellen zeigen dann die gleiche Chromatophoren-Anordnung wie in der freien Natur, d. h. Epistrophe an der freien Zylinderwand (Fig. 7). Um dieses merkwürdige Verhalten aufzu-

klären, konstruierte ich mit Hilfe der von mir festgestellten Brechungsverhältnisse (zwischen lebendem Protoplasma samt Einschlüssen und wasserhaltiger Zellmembran einerseits, gegenüber Luft und Zellsaft anderseits) den Verlauf der Lichtstrahlen innerhalb der Zellen bei verschiedenen Einfallswinkeln. Zunächst zeigt es sich, dass die zwischen den Palissadenzellen verlaufenden engen Interzellularräume kein oder nur wenig Licht erhalten, da dieses infolge von Totalreflexion gewöhnlich gar nicht in sie hineingelangt. Wenn aber doch einige Strahlen eingedrungen sind, so werden sie von den Palissadenzellen bald aufgenommen und können dann diese nicht mehr verlassen. Das hat zur Folge, dass die Interzellularen dunkel bleiben und dass die Palissadenzellen mit Ausnahme ihres äusseren Endes kein Licht von den Interzellularen her erhalten, sondern nur durch ihre äussere Fugenwand.

Fallen nun Lichtstrahlen senkrecht auf die Blattoberfläche, so werden sie beim Eintritt in die Palissadenzellen so stark gegen die Längsachse der Zelle zugebrochen, dass die Flanken der Zelle kein Licht erhalten, sondern nur die beiden Querwände. Daher die Diastrophe der Chromatophoren (Fig. 6).

Bei einer Konvergenz der Strahlen von 90^0 dagegen (Fig. 9), also einem Einfallswinkel von 45^0, durchsetzen die Strahlen den Zellsaftraum der Palissadenzellen in schräger Richtung und treffen, nachdem sie durch Plasma, Chromatophoren und Membran gebrochen worden sind, unter Einfallswinkeln, die meist zwischen 50^0 und 75^0 schwanken, auf die Aussenseite der Zellmembran. Sie vermögen aber die Grenze zwischen Membranaussenseite und Interzellular-Luft nicht zu durchsetzen, weil der Einfallswinkel von $50-75^0$ schon grösser ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Diesen (φ) findet man nach der Formel $\sin. \varphi = \frac{v}{n}$, wenn n der Brechungsindex des stark lichtbrechenden Mediums (Zelle), v der Brechungsindex des schwach lichtbrechenden Mediums (Luft, Wasser) ist. Da sich der Brechungsindex von wasserhaltiger Zellmembran und lebendem Protoplasma samt Einschlüssen zwischen 1,47 und 1,50 bewegt, gewöhnlich 1,48 beträgt, erhält man den Wert von φ (vergl. *Senn* 1908, S. 371 ff.):

Zelle von Wasser umgeben	Zelle von Luft umgeben
$\varphi = 64^1/_2{}^0$	$\varphi = 42^1/_2{}^0$

Alle Lichtstrahlen, die aus dem Saftraum einer von Luft umgebenen Zelle auf deren Zylinderwand mit einem Einfallswinkel auftreffen, der grösser ist als $42^1/_2{}^0$, kommen nicht mehr aus der Zelle heraus, sondern werden an der Grenze von Zellmembran und Luft ins Zellinnere total reflektiert und so in die tiefer liegenden Blattzellen

geleitet (Fig. 9). Nur diejenigen Strahlen, welche die unterste zur Querwand umbiegende Partie der Zylinderwand treffen, treten in den Interzellularraum aus. Doch ist die Zahl der total reflektierten Strahlen so viel grösser, dass die die Zelle verlassenden Strahlen dagegen nicht in Betracht kommen. Die Folge davon ist, dass die überwiegende Menge des schief eintretenden Lichtes in den Palissadenzellen weitergeleitet und dass das Protoplasma der Zylinderwand gleichmässig optimal belichtet wird.

Unter diesen Umständen werden die Chromatophoren durch keine Unterschiede der Lichtintensität gereizt; sie befinden sich im photischen Gleichgewichtszustand. In diesem veranlassen chemotaktische Reize die Chloroplasten, unter den völlig gleichmässig belichteten Stellen der Zellwand diejenigen zu besetzen, welche an die Luft der Interzellularräume grenzen und daselbst transspirieren. Diese Stellung wird als Freiwandlage oder Epistrophe bezeichnet (Fig. 7).

Im Palissadengewebe der untersuchten Meeresalgen bestehen nun aber ganz andere optische Verhältnisse. Da keine Interzellularen vorhanden sind, können die Lichtstrahlen nicht nur durch die obere Fugenwand, sondern auch durch die Zylinderwand, somit allseitig von aussen her in die Palissadenzelle eindringen. Da ferner die zwischen den einzelnen Zellen etwa vorhandenen Lücken durch Gallerte oder Membransubstanz ausgefüllt sind, deren Lichtbrechung von derjenigen des Plasmas jedenfalls nur wenig verschieden ist, wird der Grenzwinkel der Totalreflexion so gross, dass eine Totalreflexion gar nicht mehr vorkommt. Die in die Palissadenzellen eingedrungenen und vom Zellsaftraum her schief auf die Zylinderwand fallenden Strahlen treten deshalb ebenso leicht, wie sie eingedrungen sind, wieder aus der Zelle aus und in die nächste Nachbarzelle ein. Die dabei erfolgende Absorption der Lichtstrahlen bedingt eine vom Vorder- zum Hinterende jeder Palissadenzelle rasch fortschreitende Abnahme der Lichtintensität (vergl. S. 105 unten), auf welche die Rhodoplasten mit positiver Phototaxis reagieren; daher die ausgesprochene Antistrophe bei *Peyssonnelia* und *Platoma*.

3. Die Chromatophoren-Anordnung in injicierten und nicht injicierten Laubblättern.

Obwohl diese Erklärung des Unterschieds in der Chromatophorenanordnung der Palissadenzellen von Laubblättern und Meeresalgen theoretisch nicht angefochten werden kann, musste sie doch noch experimentell auf ihre Richtigkeit dadurch geprüft werden, dass man in Algenthallus und Laubblatt dieselben Lichtbrechungsverhältnisse

schuf und dann unter den nunmehr gleichen optischen Verhältnissen die Lagerung der Chromatophoren untersuchte. In den *Peyssonnelia*- und *Platoma*-Thallus lufthaltige Interzellularen hineinzuzaubern, dürfte kaum möglich sein, dagegen ist es leicht, in die lufthaltigen Interzellularen eines Laubblattes Wasser zu injizieren und dadurch die Lichtbrechungsverhältnisse denen der Meeresalgen annähernd gleich zu gestalten.

a) Versuchspflanzen.

Zu meinen Versuchen habe ich Blätter von *Taraxacum officinale, Phaseolus vulgaris, Amarantus Blitum, Rumex Acetosa* und *Urtica dioica* verwendet. Da jedoch *Phaseolus* und *Rumex* unter der Injektion litten, was sich in einer unregelmässigen Häufung der Chromatophoren äusserte, beschränke ich mich auf die Wiedergabe der bei *Taraxacum, Urtica* und *Amarantus* erhaltenen Resultate.

Bei *Amarantus* und *Taraxacum* sind die Palissadenzellen ziemlich genau tonnenförmig (Fig. 6) mit gleich grosser innerer und äusserer Fugenwand. Diejenigen von *Urtica* dagegen haben Kegelgestalt und legen sich mit ihrem erweiterten Ende der oberen Blattepidermis an, während sie sich nach ihrem inneren Ende zu allmählich verjüngen.

Wie bei den früheren so hatte ich auch bei diesen Untersuchungen oft mit der Ungunst des Versuchsmaterials zu kämpfen, speziell mit dem grossen Stärkegehalt der Chloroplasten, der sie für Lichtreize wenig empfindlich macht (vergl. *Senn* 1908, S. 198). Ich habe darum die Pflanzen jeweilen 24 Stunden vor einem Versuch in einer kohlensäurefreien Atmosphäre gehalten. Am Schluss des Versuchs, also nach fünf- bis achtstündiger Belichtung in gewöhnlicher kohlensäurehaltiger Luft, waren die Chloroplasten der injizierten Blätter noch fast völlig stärkefrei, während diejenigen der nicht injizierten Blätter etwas Stärke enthielten. Darauf ist wohl die Tatsache zurückzuführen, dass die Chloroplasten der injizierten Blätter gewöhnlich prompter und allgemeiner reagierten als diejenigen der nicht injizierten.

b) Versuchsanordnung.

Injizierte und nicht injizierte Blätter der Versuchspflanzen kamen unter die schon früher verwendeten Lichtschirme, welche konvergentes Licht von bestimmtem Einfallswinkel eintreten lassen (*Senn* 1908, S. 102, Fig. 41). Um die Konvergenz der Lichtstrahlen nicht zu verringern, durfte ich die injizierten Blätter nicht, wie in den früheren Versuchen, unter Wasser halten. Ich liess sie deshalb wie die nicht injizierten in direkter Berührung mit der Luft und verhinderte

durch nass gehaltenes dunkles Filtrierpapier, das ich in einer Entfernung von etwa einem halben Zentimeter hinter der Unterseite der Blätter ausspannte, eine zu starke Verdunstung. Das nasse Filtrierpapier durfte aber der Unterseite der Blätter nicht direkt anliegen, weil sonst die Luft- resp. Sauerstoffzufuhr allzu sehr erschwert wurde, was sich in einer Schädigung der Blätter äusserte. Wie die mikroskopische Untersuchung nach Beendigung des Versuches zeigte, behielten die Blätter unter diesen Umständen ihr Injektionswasser bis zum Schluss. Die exponierten Blattstücke wurden zuletzt in der früher (*Senn* 1908, S. 103) beschriebenen Weise herausgeschnitten, fixiert, eingebettet und geschnitten.

c) Versuchsresultate.

Das Resultat der Versuche besteht darin, dass bei Konvergenzen von 50° und 70°, wie im parallelen Licht, die Chromatophoren der Palissadenzellen von *Taraxacum* Diastrophe annahmen, d. h. sich an den Querwänden der Palissadenzellen ansammelten, also an der der Epidermis anliegenden und der ihr gegenüberliegenden Wand (Fig. 6). Bei der Konvergenz von 70° war die von Chloroplasten entblösste Partie der Zylinderwand der Palissadenzellen bei *Taraxacum* und *Amarantus* schon bedeutend schmäler als in parallelem Licht und bei der Konvergenz von 50°. Bei den *Urtica*-Blättern mit ihren nach innen stark verjüngten Palissadenzellen war bei der Konvergenz von 70° schon *Epistrophe* resp. *Peristrophe* eingetreten (vergl. *Senn* 1908, S. 105, Tabelle). Ein scharfer Unterschied in der Chloroplasten-Anordnung injizierter und nicht injizierter Blätter war jedoch auch bei der Konvergenz von 70° nicht festzustellen.

Bei einer *Konvergenz von 90°* zeigen die Palissadenzellen der nicht injizierten Blätter wie in der freien Natur Epistrophe (Fig. 7, 9), die Schwammparenchym-Zellen dagegen Diastrophe, während in den injizierten Blättern die innere Querwand der Palissadenzellen häufig entblösst, die Tonnenwand und die äussere Querwand dagegen dicht besetzt sind (Fig. 8). In der zweit- und drittobersten Schicht der *Taraxacum*-Palissaden, sowie im Schwammparenchym von *Taraxacum, Amarantus* und *Urtica* war an der oberen Zellwand ganz allgemein Antistrophe eingetreten (vergl. *Senn* 1908, S. 89).

Wird die Konvergenz der auf die Blattoberseite fallenden Lichtstrahlen über 90° hinaus gesteigert, so tritt in den Palissadenzellen der injizierten Blätter die Antistrophe noch deutlicher hervor. So erhielt ich bei einer Konvergenz der Lichtstrahlen von *100°* in injizierten Blättern von *Taraxacum* und *Urtica* in mehreren Versuchen fast allgemeine Antistrophe, in den nicht injizierten dagegen Epi- oder Peristrophe.

Bei einer Konvergenz von *110°* war auch in den nicht injizierten Blättern neben der Epistrophe die Antistrophe recht häufig; in den injizierten Blättern bildete sie die Regel.

Bei der Konvergenz von *120°* endlich konnte in der Chromatophoren-Anordnung der injizierten und nicht injizierten Blätter weder im Palissaden- noch im Schwammparenchym ein Unterschied festgestellt werden, was nach meinen früheren Beobachtungen (*Senn* 1908, S. 105 f.) zu erwarten war.

Meine auf Seite 110 geäusserte Vermutung, dass der Unterschied der Chromatophoren-Anordnung in den Palissadenzellen der Meeresalgen und der Laubblätter nur auf den Unterschieden der optischen Verhältnisse beruhe, wurde somit durch die Versuche als richtig erwiesen.

Die *Konstruktion des Strahlenganges,* welche mit Hilfe der von mir ermittelten Brechungsindices (*Senn* 1908, S. 365, 374) ausgeführt werden kann, bestätigt die Richtigkeit meiner Auffassung. Würden die unter 45° auf die Blattoberfläche einfallenden Strahlen ungebrochen bis auf die Flanken der Palissadenzellen gelangen, so würden sie da, wo die Flanken zur Blattoberfläche senkrecht verlaufen, wieder einen Einfallswinkel von 45° bilden. Infolge der Brechung und Ablenkung der Strahlen durch die Epidermiszellen werden jedoch die Einfallswinkel an den Zellflanken vergrössert. In Fig. 9 betragen sie

auf der einen Flanke 64, 53, 54°,
auf der andern Flanke 73, 56, 38°.

Die hohen Werte (64 und 73°) finden sich in den abgerundeten Zellenden nächst den Epidermiszellen, die niederen Werte in der Nähe des inneren Endes der Palissadenzellen. Dies hat jedoch für die uns hier beschäftigende Frage keine Bedeutung, da beide Zellenden auch durch weniger schief einfallende Strahlen beleuchtet werden.

Dagegen betragen die Einfallswinkel an den ausschliesslich von stark konvergenten Strahlen beleuchteten, zur Blattoberfläche annähernd senkrecht stehenden Zellflanken 53—56°. Bei niedrigeren und etwas stärker vorgewölbten Epidermiszellen habe ich bei der Konstruktion etwas kleinere Werte, 50—53°, erhalten.

In folgender Tabelle sind alle Einfallswinkel zusammengestellt, welche die aus dem Zellsaftraum kommenden Strahlen mit der Grenzfläche zwischen Membran und Interzellularraum der Palissadenzellen von *Taraxacum* in meinen Konstruktionen bilden, und zwar bei verschiedener Konvergenz der auf die Blattfläche einfallenden Strahlen. Durch zwei vertikale Linien werden die Werte des Grenzwinkels der Totalreflexion für die an Luft ($42^1/_2{}^0$) und für die an Wasser ($64^1/_2{}^0$) grenzenden Zellen angegeben.

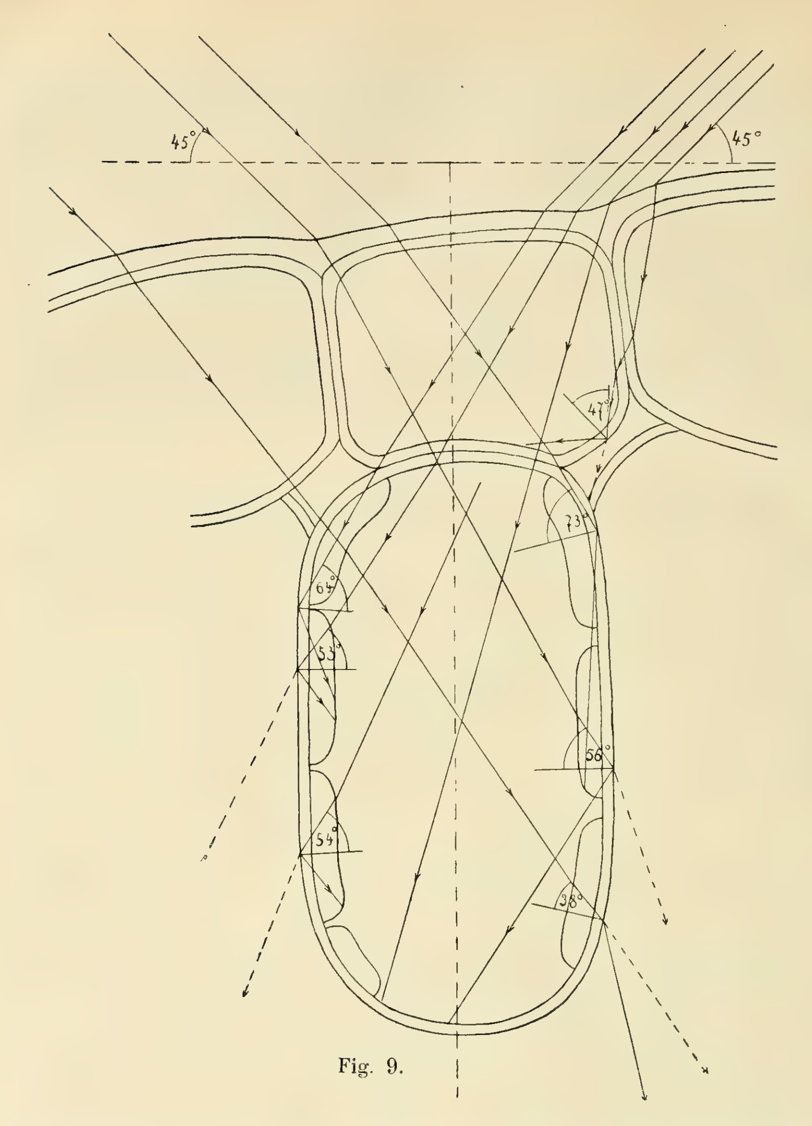


Fig. 9. *Taraxacum officinale.* Epidermis und äusserste Palissadenzelle. Gang der Lichtstrahlen, welche mit einer Convergenz von 90⁰ auf die Blattoberseite einfallen. Vergr. 2500.

Die ausgezogenen mit Pfeilen versehenen Linien stellen den Gang der Lichtstrahlen dar. Nach ihrem Auftreffen auf die Aussenfläche der Palissadenzelle ist ihr Verlauf bei Luftgehalt der Interzellularen ganz ausgezogen, bei Wassergehalt dagegen nur punktiert.

Die einfallenden Strahlen bilden mit der Längsachse der Palissadenzelle Winkel von 45⁰. Im vorliegenden Falle liegt die Blattoberfläche zu dieser Längsachse nicht senkrecht, sondern um 7⁰ geneigt. Prinzipiell ist dies jedoch für den Strahlengang nicht von Bedeutung.

An den Flanken der Palissadenzelle sind die optischen Längsschnitte der Chloroplasten eingezeichnet.

Convergenz		$42^1/_2$	$64^1/_2$
90°	38	50 52 53 54 56 63 64	73 75
100°	40	48 55	
110°	37 38	47 48	
120°	40 42	47 50	

Die mit Einfallswinkeln unter $42^1/_2{}^0$ auf die Zylinderwand der Palissadenzellen einfallenden Strahlen treten in wasser- *und* lufthaltige Interzellularen ein. Die mit Einfallswinkeln von $42^1/_2{}^0$ bis $64^1/_2{}^0$ einfallenden Strahlen treten in wasserhaltige, jedoch nicht in lufthaltige Interzellularräume ein. Bei Einfallswinkeln über $64^1/_2{}^0$ werden die Strahlen auch an wasserhaltigen Interzellularen innerhalb der Palissadenzelle total reflektiert.

Die mit einer *Konvergenz von 90°* auf die Blattoberfläche einfallenden Strahlen bilden innerhalb der Palissadenzellen auf der Grenze zwischen Membranaussenseite und Interzellularen mit dem Lote Winkel, die mit wenigen Ausnahmen grösser sind als $42^1/_2{}^0$, als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Sie können deshalb nicht in die Interzellularräume hinaustreten, sondern werden innerhalb des plasmatischen Wandbelegs weitergeleitet oder nach der gegenüberliegenden Seite der Zylinderwand reflektiert (Fig. 9). Infolgedessen wird der ganze plasmatische Wandbeleg der Palissadenzellen ungefähr gleich stark belichtet.

Sind aber die Interzellularen mit Wasser injiziert, so können, da nun der Grenzwinkel der Totalreflexion $64^1/_2{}^0$ beträgt, die Strahlen mit Einfallswinkeln von 50, 52, 53, 54, 56, 63 und 64° in die Interzellularen hinaus und in eine benachbarte Palissadenzelle hineintreten. Diese erhalten nun also das Licht nicht nur durch die äussere Querwand, sondern (wie die Palissadenzellen der Meeresalgen) auch durch die Zylinderwand hindurch aus Nachbarzellen und Interzellularräumen. Dadurch entstehen innerhalb der Palissadenzelle injizierter Laubblätter wie in denjenigen der Meeresalgen Unterschiede der Lichtintensität: die vordere Querwand ist nunmehr am stärksten, die hintere am schwächsten belichtet, auf der Zylinderwand nimmt die Lichtintensität mit zunehmender Annäherung an die hintere Querwand ab. Nur wenige am äussersten Ende der Zylinderwand eintretende Strahlen werden bei einem Einfallswinkel von 75° auf die Zylinderwand innerhalb der Zelle reflektiert. Bei der bedeutenden Grösse des Reflexionswinkels tritt jedoch dieser Strahl nicht mehr aus dem Plasma in den Zellsaftraum hinein; er erfährt im plasmatischen Wandbeleg eine starke Absorption und ist nicht imstande, der inneren Hälfte der Zylinderwand genügend Licht zuzu-

führen. Die Lichtverteilung innerhalb der Palissadenzellen injizierter Blätter von *Taraxacum, Urtica* und *Amarantus* ist somit im Prinzip dieselbe, wie in den Thalli von *Peyssonnelia* und *Platoma*. Dementsprechend nehmen die Chromatophoren hier wie dort *Antistrophe* an.

Die mit einer *Konvergenz von 100*^{0} auf das Blatt fallenden Lichtstrahlen bilden auf der Zylinderwand der Palissadenzellen Einfallswinkel von 40 bis 55^0. Ein kleiner Teil der Strahlen mit Einfallswinkeln von 40 bis $42^1/_2{}^0$ kann sogar in nicht injizierte Interzellularen austreten, die andern nur in injizierte.

Bei einer *Konvergenz von 110 und 120*^{0} werden die Einfallswinkel auf der Zylinderwand noch kleiner, sodass schon ein grosser Teil der Strahlen in die nicht injizierten Interzellularen hinaustreten kann, wie ich dies wenigstens für die Konvergenz von 120^0 schon in meiner ersten Arbeit gezeigt habe (*Senn* 1908, S. 106, Taf. 7, Fig. 3). Bei so starker Konvergenz besteht somit kein Unterschied mehr zwischen den Beleuchtungsverhältnissen injizierter und nicht injizierter Blätter, daher die Übereinstimmung in der Lagerung der Chromatophoren.

Die Einfallswinkel des die Blattoberseite treffenden Lichts, bei denen je nach Wasser- oder Luftgehalt der Interzellularen die Lichtstrahlen seitlich aus den Palissadenzellen austreten oder nicht, liegen somit zwischen Konvergenzen von 90—110^0. Unter 90^0 treten die Lichtstrahlen auch in *wasserhaltige* Interzellularen nicht ein. Zwischen 90^0 und 110^0 gelangen die Lichtstrahlen nur bei Injektion in die Interzellularen. Von der Konvergenz von 110^0 an beginnen die Lichtstrahlen auch in die lufthaltigen Interzellularen einzutreten.

Bei allen diesen Versuchen mit starker Konvergenz der Strahlen trat in den *Taraxacum*-Blättern die Antistrophe in der zweit- und drittobersten Palissadenschicht allgemeiner ein als in der obersten. Diese Erscheinung ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass sich in den obersten, gerade unter der Epidermis liegenden Palissadenzellen die Abstufungen der Lichtintensität wegen der noch schwachen Absorption weniger geltend machen, als in den Zellen der zweiten und dritten Schicht, welche ihr Licht, statt ausschliesslich aus den genau über ihnen liegenden Zellen, nun auch aus den neben und schräg vor ihnen befindlichen Interzellularen und Nachbarzellen erhalten. Dabei werden die Strahlen stark zerstreut und büssen bei ihrem weiteren Vordringen in das Gewebe ihre Intensität rascher ein, als bei ihrem Durchtritt durch die farblose Epidermis.

Die Unterschiede der Chloroplastenanordnung können übrigens nur in denjenigen Partieen der Blattquerschnitte deutlich beobachtet werden, welche während des Versuches zur mittleren Einfallsrichtung der Lichtstrahlen genau senkrecht gelegen haben. Bei den fast

ebenen Endabschnitten der *Taraxacum*-Blätter war das fast allgemein der Fall, während bei den stark unebenen *Urtica*-Blättern nur kleine Partieen den Anforderungen des Versuchs entsprachen. Welches diese waren, ergab die Anordnung der Chloroplasten selbst, indem diese nur in den zum Lichteinfall senkrecht liegenden Stellen zur Längsachse der Zelle symmetrisch angeordnet waren, während sie in den schief liegenden Blattpartieen auch eine schiefe Lagerung aufwiesen.

Aber auch die weit verbreitete Vorwölbung der Aussenwand der Epidermiszellen beeinflusst bis zu einem gewissen Grade die Anordnung der Chloroplasten. Konvexe Partieen sammeln die Strahlen, sodass die Einfallswinkel, unter denen die aus dem Zellsaftraum kommenden Strahlen auf die Zylinderwand der Palissadenzellen fallen, vergrössert werden. Konkave Partieen zerstreuen dagegen die Strahlen, sodass ihr Einfallswinkel auf der Zylinderwand verkleinert wird. Im Hinblick auf diese mannigfaltigen Ablenkungen der Strahlen ist es begreiflich, dass die Chloroplasten nicht so physikalisch genau auf die Strahlenrichtung reagieren können, wie z. B. diejenigen von *Vaucheria*, deren Schläuche vom Licht unmittelbar bestrahlt werden.

Versuche mit Belichtung der *Unterseite*, wie ich sie für den Thallus von *Peyssonnelia* beschrieben habe (S. 107), brauchte ich mit Laubblättern nicht mehr anzustellen, da ich sie früher schon mit *Phaseolus* ausgeführt und dabei in den Palissadenzellen (in Übereinstimmung mit *Peyssonnelia*) Antistrophe nach der Blattunterseite hin erhalten hatte (*Senn* 1908, S. 97 f., Taf. 6, Fig. 4 und 5).

4. Schlussbetrachtungen.

Aus diesen Versuchen mit Palissadenzellen von Rotalgen und Laubblättern geht hervor, dass der Unterschied in der Chromatophoren-Anordnung im diffusen Licht mittlerer Intensität — Antistrophe bei Rotalgen, Epistrophe in den Laubblättern — auf Unterschieden der Lichtbrechungsverhältnisse beruht. Werden die Brechungsverhältnisse der Laubblätter durch Injektion der Intercellularen mit Wasser denen der Meeresalgen gleich oder ähnlich gemacht, so tritt unter der Wirkung von Lichtstrahlen, die in mittlerer Intensität mit einer Konvergenz von 90—110° einfallen, auch in den Palissadenzellen der Laubblätter Antistrophe ein, gerade wie in denjenigen der roten Meeresalgen.

Es mag vielleicht auffallen, dass es nur bei Anwendung *starker Konvergenz der Lichtstrahlen* gelingt, in den Palissadenzellen der Laubblätter die gleiche Chromatophoren-Anordnung hervorzurufen

wie in denjenigen der Meeresalgen. Diese Tatsache lässt sich aus den Lichtbrechungsverhältnissen leicht erklären. Naturgemäss kommen Unterschiede der Lichtbrechung im parallelen Lichte viel stärker zur Geltung als im diffusen Licht stark konvergenter Strahlen. Das ist ja auch der Grund, weshalb in der Mikroskopie stets Hohlspiegel und Beleuchtungsapparat, zuweilen auch Schusterkugel, angewendet werden, wenn es sich um die Untersuchung relativ stark lichtbrechender Objekte handelt, während man schwach lichtbrechende Objekte mit Vorteil im parallelen Licht, also unter Anwendung des Planspiegels betrachtet. Handelt es sich nun darum, die Brechungsunterschiede im Gewebe der Laubblätter zu eliminieren, um darin die im optisch viel homogeneren Thallus der Meeresalgen herrschenden Lichtverhältnisse herzustellen, so wird dies am besten durch die Anwendung konvergenter Strahlen, also diffusen Lichts erreicht.

Da ich für die Landpflanzen nachweisen konnte, dass *Palissadenzellen mit Epistrophe der Chromatophoren* für die Absorption des *konvergenten diffusen Lichts, Grundgewebezellen mit Diastrophe der Chromatophoren* dagegen für die Verwertung *paralleler und wenig konvergenter Strahlen* vorteilhaft sind (vergl. *Senn* 1908, S. 332, 334) könnte der Schluss gezogen werden, dass die untersuchten und überhaupt alle Meeresalgen mit Palissadenparenchym an stark konvergentes, also diffuses Licht angepasst seien. Aus der Tatsache, dass diffuses Licht in grossen Wassertiefen ausschliesslich vorhanden ist, während in den oberen Wasserschichten das weniger konvergente Oberlicht vorherrscht (vergl. *Linsbauer* 1905, S. 72) könnte weiter gefolgert werden, dass die Meeresalgen mit Palissadenzellen für grosse Tiefen, die Formen mit Grundgewebe dagegen für geringe Meerestiefen eingerichtet seien.

Wie eine Durchsicht der Zusammenstellung *Bertholds* (1882, S. 500 ff.) über das Vorkommen der Meeresalgen im Golfe von Neapel ergibt, kommen allerdings die vorwiegend aus Grundgewebe bestehenden *Braunalgen,* wie *Dictyota dichotoma, Padina Pavonia, Phyllitis debilis* und *Asperococcus compressus,* sowie die *Rhodophycee Nitophyllum punctatum* vorwiegend in geringen Wassertiefen vor. Aber auch *Peyssonnelia Squamaria* und *Platoma cyclocolpa* steigen keineswegs tief hinunter. Da ferner aus *Bertholds* Beobachtungen hervorgeht, dass für die vertikale Verbreitung der Meeresalgen in erster Linie die *Lichtintensität* und nicht die *Meerestiefe,* somit auch nicht die durch sie bedingte Richtung der Lichtstrahlen ausschlaggebend ist, scheint das Vorhandensein oder Fehlen von Palissadenzellen bei den Meeresalgen keine Anpassungserscheinung, sondern

durch die speziellen Wachstumsverhältnisse des Thallus bedingt zu sein.

Trotz völliger Übereinstimmung der Chromatophoren-Anordnung in den Palissadenzellen injizierter Laubbläter und der Thalli der beiden untersuchten Rotalgen darf nicht übersehen werden, dass unter *natürlichen* Bedingungen beide Organe die Lichtabsorption in durchaus verschiedener Weise bewerkstelligen. Das ergibt sich schon aus der Tatsache, dass die Chromatophoren der beiden Meeresalgen Antistrophe annehmen, gleichgiltig ob die Thalli von parallelen oder von konvergenten Strahlen beleuchtet werden, während die Chromatophoren in den Laubblattpalissaden je nach der herrschenden Strahlenrichtung wesentlich verschieden angeordnet sind. Wie ich gezeigt habe, beruht diese Verschiedenheit der Chromatophoren-Anordnung in gleichgestalteten Zellen auf dem Vorhandensein oder Fehlen von lufthaltigen Interzellularen, demzufolge die Lichtstrahlen diese Gewebe in ganz verschiedener Weise durchsetzen und auf verschiedenen Wegen in die einzelnen Zellen eindringen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. In den Palissadenzellen der roten Meeresalgen *Peyssonnelia Squamaria* und *Platoma cyclocolpa* sind die Chromatophoren bei diffuser Belichtung mittlerer Intensität in Antistrophe an den der Lichtquelle zugekehrten Querwänden gelagert. Durch Belichtung der Unterseite des Thallus von *Peyssonnelia* werden ihre Chromatophoren veranlasst, sich in den nun am besten belichteten anatomisch unteren Zellenden anzusammeln.

2. Durch längere Verdunkelung kann in den Zellen von *Platoma* Apostrophe, durch intensive Belichtung dagegen Parastrophe der Chromatophoren hervorgerufen werden.

3. Die Verschiedenheit zwischen der Chromatophoren-Anordnung in den Palissadenzellen der Meeresalgen (Antistrophe) und der Laubblätter (Epistrophe) bei optimal-diffuser Beleuchtung ist auf die Verschiedenheit der optischen Verhältnisse zurückzuführen. Wird die Verschiedenheit dadurch aufgehoben, dass man bei den Laubblättern die lufthaltigen Interzellularräume, welche die Totalreflexion der in die Palissadenzellen eingedrungenen Lichtstrahlen bewirken, mit Wasser injiziert, so tritt bei einer Konvergenz der Lichtstrahlen von 90—110^0 in den Palissadenzellen der Laubblätter die gleiche Chromatophoren-Anordnung wie in denjenigen der untersuchten Rotalgen, nämlich die Antistrophe, ein. Schon bei einer Konvergenz von 110^0, noch vollständiger aber bei 120^0 gehen auch in nicht injizierten Blättern die Chloroplasten in Antistrophe über.

4. Im Gegensatz zu den Laubblättern scheint das Vorkommen von Palissadenparenchym bei Meeresalgen keine Anpassung an diffuse Belichtung, sondern durch die speziellen Wachstumsverhältnisse des Thallus bedingt zu sein.

Literatur.

1882. *Berthold, G.* Ueber die Verteilung der Algen im Golf von Neapel etc. Mitteilungen aus der zool. Station zu Neapel, Bd. 3.

1905. *Linsbauer, L.* Photometrische Untersuchungen über die Beleuchtungsverhältnisse im Wasser. Sitz.-Ber. Kais. Akad. Wissensch. Wien Math.-naturw. Klasse, Bd. 114 Abt. I.

1847. *Nägeli, C.* Die neueren Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen. Neue Denkschr. d. Allg. Schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwissensch. Bd. 9.

1908. *Senn, G.* Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzen-Chromatophoren. Leipzig, W. Engelmann.

Botanisches Institut der Universität Basel, September 1916.

Über Deckenbau im Gebiet von Djambi (Sumatra).

Mit einer Tafel (I).

Von

Aug. Tobler.

Inhaltsverzeichnis.

Im Jahr 1910 habe ich in einer in Indien verfassten Notiz[1]) eine gedrängte Übersicht gegeben über meine damalige, auf dreijähriger Feldaufnahme beruhende Kenntnis der Residentschaft Djambi. Die Terrainuntersuchungen habe ich nach der Niederschrift jener Notiz weitergeführt bis Mitte 1912. Ich bin

[1]) Lit. 16.

gegenwärtig damit beschäftigt, im Auftrag der Niederländischen Regierung eine ausführliche geologische Beschreibung von Djambi auszuarbeiten, in der die Resultate der ganzen, in den Jahren 1906 bis 1912 durchgeführten Expedition mitgeteilt werden sollen.

Mit den vorliegenden Zeilen will ich dem in Vorbereitung befindlichen Bericht nicht vorgreifen; ich beabsichtige lediglich, hier an Hand der beiliegenden Karten- und Profilskizze meinen Standpunkt zu präzisieren in der Frage, ob für Sumatra, speziell für Djambi, Überschiebungen im Sinne der Deckentheorie anzunehmen seien. Es handelt sich demnach hier vornehmlich um theoretische Erörterungen, die nicht in den Rahmen der objektiven geologischen Beschreibung passen. Die in meiner Notiz von 1910 gegebenen Mitteilungen über die in Djambi vorkommenden Gesteinsformationen werden hier kurz rekapituliert im Interesse derjenigen Leser, denen die genannte Publikation nicht zugänglich oder denen die holländische Sprache nicht geläufig ist. Dabei wird sich Gelegenheit bieten, den einen oder andern Punkt der frühern Darstellung zu verbessern bezw. zu ergänzen.

Ich habe seinerzeit [2]) nach morphologischen und tektonischen Gesichtspunkten in dem zwischen dem 1. und 3. Breitegrad gelegenen, Djambi und die angrenzenden Gebiete umfassenden Segment von Sumatra folgende Elemente unterschieden: Westliche Küstenebene, Barissangebirge im weitern Sinn, Subbarissansenke, Tertiäres Vorland (Pénéplaine), Doeablasgebirge[3]), Tigapoeloegebirge und östliche Küstenebene. Innerhalb des Barissangebirges im weitern Sinn unterschied ich drei Unterabteilungen: das Barissangebirge im engern Sinn, das Solok-Tabir-Rawas-Schiefergebirge und das Sangir-Poeloe Bajoer- und Poelasan-Plepathügelland.

An dieser morphologisch-tektonischen Gliederung halte ich sachlich fest. Ich möchte aber der Übersichtlichkeit und Einfachheit halber die drei Unterabteilungen des Barissangebirges mit den kürzern Namen „Hochbarissan“, „Schieferbarissan“ und „Vorbarissan“ bezeichnen.

---

[2]) Lit. 16, p. 6. (N.B. Ich zitiere die Paginierung der Notiz in der Zeitschrift. Der Sonderabdruck ist besonders paginiert. Die Seitenzahlen des letztern sind um 2 kleiner als in der Zeitschrift.).

[3]) Bei den Eigennamen ist durchweg die holländische Schreibweise oe = deutsch u angewandt.

I. Die paläo- und mesozoischen Gesteinsformationen.

A. Die paläo- und mesozoischen Gesteinsformationen des Schieferbarissan.

Der Schieferbarissan wird, wie der Name andeutet, der Hauptsache nach von Schiefergestein aufgebaut. Es ist meistens phyllitisch glänzender Tonschiefer; nur in der etwa 5 km breiten östlichen Randzone des Schiefergebirges, wo das Gestein weniger starkem Druck unterworfen war, ist der Schiefer matt und im Handstück manchmal kaum von gewissen miocänen Schiefertonen zu unterscheiden. In den matten Schiefern der östlichen Randzone sind zahlreiche Bänke von schwärzlichem Quarzitsandstein eingeschaltet. Im Gebiet des Batang Asai nehmen die klastischen Bestandteile in einem bestimmten Niveau so grosse Dimensionen an, dass von einem Konglomerat gesprochen werden kann. Die Komponenten bestehen aus Schiefer, Quarzitsandstein und Kalkstein. Sie erreichen Hasel- bis Baumnussgrösse.

Im Schieferbarissan sind bis jetzt zwei Züge von Kalksteinriffen bezw. -Schichten aufgefunden worden. Der eine Zug verläuft nahe seiner Südwestgrenze und ziemlich genau parallel zu ihr, der zweite zieht sich der Nordostgrenze entlang in dem zwischen der letztern und dem Batang Asai gelegenen Streifen. Der Kalkstein zeigt meistens keine Schichtung. In den meisten Fällen kann man aber erkennen, dass es sich um primär in die Schiefer eingeschaltete Partieen und nicht etwa um Überschiebungsklippen handelt.

Am Aufbau des Schieferbarissan beteiligen sich ferner in hervorragendem Masse Granit und Diorit, die als Intrusionen in die Schiefermassen eingedrungen sind. Letztere zeigen denn auch prachtvolle Kontakthöfe im Umkreis der Granodioritmassive. Weit über diese Kontakthöfe hinaus, aber immer noch an die Nähe der Massive gebunden, sind die Schiefer von zahllosen Quarzgängen durchschwärmt.

Was das Alter der Schiefer anbelangt, so kann mit Sicherheit angenommen werden, dass sie insgesamt prätertiär sind, da keine postcretacischen Fossilien gefunden sind.

Der tiefste, durch Fossilfunde bestimmte Horizont gehört dem Untern Jura an. Wir nehmen aber mit allen Fachgenossen, die sich über das Alter der sumatranischen Schiefer ausgesprochen haben, an, dass sie weit tiefer in die stratigraphische Reihenfolge, vielleicht bis in das Paläozoicum hinabgreifen.

Die wichtigsten Fossilpunkte sind:

Moeara Betoeng am Soengi Nilo: *Korallen (Montlivaultia), Pentacriniten* und ein *Belemnit* des Untern Jura[4]) (Fundort 10 auf der Kartenskizze).

Soengi Temalang, Nebenfluss des Batang Limoen: *Bivalven (Modiola u. s. f.)* des Mittleren Jura[5]) (Fundort 9).

Batoe Broego am Batang Asai: *Gastropoden (Itieria)* wahrscheinlich des Obern Jura[6]) (Fundort 8).

Soengi Poboengo, Nebenfluss des Batang Asai: *Nerineen* der Untern Kreide[7]) (Fundort 7).

Doesoen Poboengo am Batang Asai und Batoe Kapoer unterhalb Menkadai, am Batang Limoen: *Echiniden, Bivalven, Ammoniten* der Untern Kreide[8]) (Fundorte 5 und 6).

Boekit Telasi am Batang Asai: *Bivalven* und *Gastropoden* der Obern Kreide[9]) (Fundort 4).

B. Die paläo- und mesozoischen Gesteinsformationen des Doeablas- und des Tigapoeloegebirges.

Die Gesteinsformationen, die das Doeablasgebirge und das Tigapoeloegebirge zusammensetzen, sind im wesentlichen dieselben wie diejenigen des Schieferbarissan. Der Hauptsache nach sind auch diese Gebirge aufgebaut aus Tonschiefern von sehr bedeutender, aber nicht näher bestimmbarer Mächtigkeit mit gelegentlichen Einlagerungen von Kalkstein, sowie aus Granit und Diorit.

Die Schiefer sind teils matt, teils zeigen sie phyllitischen Glanz. Im Tigapoeloegebirge entfernen sie sich stellenweise von dem gewöhnlichen Typus, indem sie durch Aufnahme von Quarz und zersetztem Feldspat arkose- bis tuffartiges Aussehen gewinnen. Fossilien sind weder in den Schiefern noch in den Kalksteinen gefunden.

Die Granite und Diorite sind wie diejenigen des Schieferbarissan jünger als die Schiefer, die am Kontakte überall die Erscheinungen der Pyrometamorphose zeigen.

---

4) Vgl. Lit. 16, p. 12.

5) Vgl. Lit. 16, p. 12.

6) Vgl. Lit. 16, p. 15.

7) Lit. 16, p. 12—13 sind die Nerineen als oberjurassisch bezeichnet. Herr Dr. *E. Baumberger* in Basel hält sie für untercretacisch.

8) Vgl. Lit. 15, p. 484—488 und Lit. 16, p. 14.

9) Lit. 16, p. 14 ist Boekit Telasi kurzweg als Fundort für Kreidefossilien ohne nähere Altersbestimmung angegeben. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. *E. Baumberger* ist die Fauna von Boekit Telasi obercretacisch.

Im Gegensatz zum Schieferbarissan treten namentlich im Doeablasgebirge häufig Ganggesteine auf: Pegmatit, Dioritporphyrit und Spessartit.[10])

C. Die paläo- und mesozoischen Gesteinsformationen des Vorbarissan.

Es ist kaum ein grösserer Gegensatz denkbar als derjenige zwischen den Gesteinsformationen des Schieferbarissan einerseits und denen des Vorbarissan andrerseits. Die schiefrigen Gesteine fehlen im Vorbarissan fast vollständig, umso grössere Entfaltung gewinnen jungpaläozoische Effusivgesteine, basische wie saure, sowie deren Tuffe und sandsteinartigen bis konglomeratischen Dejektionsprodukte. Mesozoische Sedimente scheinen nur untergeordnet vorzukommen und zwar in einer Facies, die von derjenigen des Schieferbarissan gänzlich abweicht.

Bei einer Prüfung der faciellen Verhältnisse innerhalb des Vorbarissan zeigt es sich aber, dass dieser selbst keineswegs einen einheitlichen Faciesbezirk darstellt. Vielmehr können auch hier wieder zwei Bezirke unterschieden werden, die in facieller Hinsicht in ganz auffälliger Weise von einander abweichen. Die Ausdehnung des einen — ich will ihn den Tebo-Tabirbezirk heissen — deckt sich mit dem Gebiet des ganzen Vorbarissan mit Ausnahme eines schmalen Streifens, der sich vom Batang Mesoemai nach dem Batang Merangin und von da in südöstlicher Richtung bis über den Batang Tembesi hinaus erstreckt. Dieser Streifen entspricht dem zweiten Faciesbezirk, der Merangin-Tembesibezirk genannt sein soll (vergl. Tafel I, Kartenskizze).

1. Tebo-Tabirfaciesbezirk.

Aus der Zusammensetzung des Tebo-Tabirfaciesbezirkes nehmen im wesentlichen folgende Gesteinsformationen teil:

a) Diabas, Melaphyr und Porphyrit und deren Tuffe, eine mächtige konkordante Schichtserie (Diabasformation *Verbeeks*)[11]) bildend. In die Serie sind Schichten und Linsen von meist sehr fossilreichem Kalkstein eingeschaltet.

b) Porphyr und Quarzporphyr und deren Tuffe, gleichfalls mit eingelagerten Kalksteinschichten (Porphyrformation).

c) Rötlicher, stellenweise konglomeratischer Quarzsandstein, weisser Sandstein und Schieferton (Tabirsandsteinformation).

---

[10]) Vgl. Lit. 11.

[11]) Lit. 19, p. 270—314.

d) Granit, Diorit und Gabbro.

Über das Alter dieser Gesteinsformationen ist etwa folgendes zu sagen:

a) Am wenigsten Schwierigkeit bereitet die Altersbestimmung der „Diabasformation" dank dem Fossilreichtum der darin eingeschlossenen Kalksteine. In meinen früheren Publikationen hatte ich diese Kalksteine ins Obere Karbon gestellt nach Analogie des Verbeekinenkalksteins von Boekit Besih im Padanger Oberland, der noch von *Fliegel*[12]) und *Volz*[13]) zum Oberkarbon gerechnet wurde. Nachdem es sich gezeigt hat, dass der Kalkstein von Boekit Besih zur Permformation gehört,[14]) muss die Altersbestimmung auch der Kalksteine der djambischen Diabasformation dementsprechend korrigiert werden. Die Notwendigkeit der Korrektur wird bestätigt durch den Befund des Herrn Dr. *O. E. Meyer* in Breslau, der einen Teil meiner paläozoischen Aufsammlung durchgesehen und unter den Fossilien aus den Kalken der Diabasformation *Verbeekina Verbeeki, Fusulinella spec.* und *Neoschwagerina Annae* erkannt hat; also Fossilien, die auf Jüngeres Unterperm deuten.

Die wichtigsten Fossilfundstellen sind:

Soengi Selajau, Nebenfluss des Soengi Kiboel, Tabir[15]) (Fundort 13).

Pondok Damar und Batoe Mentjada am Batang Tabir (Fundort 14 und 15).

Batoe Tjangap am Soengi Menkilam, Tantan (Fundort 16), Soengi Boengin, Nebenfluss des Soengi Loati, Tembesi[16]) (Fundort 17).

Die Fossilien sind übrigens nicht auf die Kalksteine beschränkt. An mehrern Stellen fand ich solche: vereinzelte *Crinoidenbruchstücke* und ganz selten *Fusuliniden,* auch in den Tuffen.

Die „Diabasformation" von Djambi würde ungefähr der Artinskstufe entsprechen, die ja auch anderwärts im Orient vorwiegend aus Diabasmaterial aufgebaut ist, beispielsweise in Turkestan (Darwar), in Kaschmir (Srinagar) u. s. f.

b) Als nächst jüngere, also oberpermische Bildungen folgen allem Anschein nach über der „Diabasformation" die Porphyre und Quarzporphyre mit ihren Tuffen. Auch mit ihnen sind Kalksteine verknüpft. Diese führen gelegentlich *Crinoiden-*

---

12) Lit. 5, p. 125.

13) Lit. 21, p. 110—111 und 177—194.

14) Vgl. u. A. Lit. 2, p. 586—587.

15) In Lit. 16, p. 9, schon aufgeführt.

16) In Lit. 16, p. 9, schon aufgeführt.

bruchstücke und *Fenestellen*. Man könnte diese Bildungen im Gegensatz zu der „Diabasformation" vielleicht als die „Porphyrformation" bezeichnen.

c) Das Alter der am Batang Tabir zwischen Batoe Mentjada (Fundort 15 auf der Kartenskizze) und Moeara Djernei ziemlich stark verbreiteten „Tabirsandsteinformation"[17]) kann nur annäherungsweise geschätzt werden, da die tektonischen Verhältnisse, sowie die Beziehungen zu den übrigen Gesteinsformationen des Tebo-Tabirbezirkes wenig aufgeklärt sind. Die Gesteine der Tabirsandsteinformation scheinen Becken, Mulden oder Gräben der permischen Gebilde auszufüllen, ohne dass ich angeben könnte, ob sie jene konkordant oder diskordant überlagern. Die geologische Situation deutet auf mesozoisches Alter.

Abgesehen von einigen Schmitzen von mulmiger Kohle habe ich Fossilreste nur bei Batoe Kidjing, ca. 7 km oberhalb Moeara Djernei am Batang Tabir gefunden. Es sind Abdrücke von gefalteten kleinen *Austern*, die nach gütiger Mitteilung von Herrn Geheimrat Prof. Dr. *F. Frech* in Breslau wahrscheinlich auf Oberen Malm weisen.

d) Was das Alter der Granite, Diorite und Gabbros anbelangt, so ist bei der Lückenhaftigkeit der Beobachtungen in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob es prä- oder postpermisch ist. Für einen Teil ist postpermisches Alter nachweisbar. Denn mehrfach sind längs den Massivrändern pyrometamorphe Sedimente gefunden, die sicher jung-paläozoisch sind.

Beiläufig sei hier darauf hingewiesen, dass die nordwestliche Fortsetzung des Tebo-Tabirbezirkes sich ausserhalb unseres Kartengebietes bis weit in das Padanger Oberland erstreckt. Dort gehören zu ihm die schon angeführten Kalksteine von Boekit Besih, wahrscheinlich auch die obertriadischen fossilreichen Sandsteine und Tonschiefer von Loerah Tambang und Soengi Ketialo.[18]) Die Facies der Sandsteine erinnert an die Tabirsandsteinformation.

An dieser Stelle möchte ich noch auf ein kleines Gebiet aufmerksam machen, das, ausserhalb des Vorbarissan mitten im Schieferbarissan gelegen, aus Gesteinen zusammengesetzt ist, die grosse Verwandtschaft zeigen mit denen der Diabasformation im Tebo-Tabirbezirk. Ich meine das Boekit Rajagebiet, das in einer Länge

---

[17]) Die „Tabirsandsteinformation", die hier zum erstenmal so benannt wird, entspricht vielleicht der Schichtgruppe auf Malakka, die von Scrivenor als Gondwanarocks bezeichnet wird; vgl. Lit. 12, p. 349 ff.

[18]) Vgl. Lit. 7.

von 20 km und in einer Breite von durchschnittlich 5 km vom Batang Limoen an sich in südöstlicher Richtung bis über den Batang Rawas im Palembangischen erstreckt. An seiner Zusammensetzung beteiligen sich ausser Granit und Diorit die verschiedenen Gesteine der Diabasformation,[19]) sowie Kalkstein unbekannten Alters. Sie zeigen in der Nähe des Granites und Diorites die schönsten pyrometamorphen Erscheinungen, im Gegensatz zu den benachbarten Schiefern, die am Granit- resp. Dioritkontakt keinerlei Veränderung zeigen.

2. Der Merangin-Tembesibezirk.

Der Merangin-Tembesibezirk ist zusammengesetzt aus Gesteinsschichten, die dem Alter nach der Porphyrformation und zum Teil vielleicht auch der Tabirsandsteinformation des Tebo-Tabirbezirkes entsprechen. Die Gesteine sind Porphyr und Quarzporphyr, Keratophyr und Quarzkeratophyr, Sandsteine und Wacken, die als Quarzporphyrtuffe aufzufassen sind, ferner sehr mächtige Konglomerate, deren Komponenten fast ausschliesslich aus Porphyr und Quarzporphyr (resp. Keratophyr) bestehen. Zwischen die Sandsteine resp. Wacken sind ganz untergeordnete Lagen von Kalkstein und Schieferton eingeschaltet.

In der Schlucht des Batang Merangin unterhalb Ajerbatoe und in derjenigen des Batang Tembesi unterhalb Poeloe Bajoer, sind diese Bildungen in prachtvoller Weise aufgeschlossen. Das Meranginprofil ist in meiner Notiz von 1910 ausführlich mitgeteilt. Man hat es hier, wie ich schon damals vermutet habe,[20]) mit permischen Gesteinen zu tun, speziell mit oberpermischen, wie sich seither herausgestellt hat. Die Serie ist mindestens 1400 m mächtig und ist aufgebaut von unten nach oben aus wackenartigem Sandstein (ca. 800 m), Konglomerat und Sandstein (500 m), Porphyr (300 m) und wieder Konglomerat (500 m). Bei Telok Gedang ist im untern wackenartigen Sandstein eine etwa 33 m mächtige Schicht von sandigem Schieferton eingeschaltet. Einige darin eingeschlossene Bänkchen von kieseligem Kalkstein haben Fossilien geliefert: *Fusuliniden* und *Productiden* (Fundort 11 der Kartenskizze), die nach Herrn Dr. *Meyer* denen des mittlern Productuskalk der Salt Range entsprechen. Demnach wäre der Fossilhorizont von Telok Gedang in das ältere Oberperm einzureihen. In Anbetracht, dass dieser Fossilhorizont so tief in der am Merangin und am Tembesi aufgeschlossenen Serie

---

[19]) Die Gesteine des Boekit Rajagebietes sind, soweit sie längs dem Batang Rawas aufgeschlossen sind, schon besprochen von *Verbeek, Volz* und *Milch;* vgl. Lit. 20, p. 98ff., Lit. 21, p. 88—89 und Lit. 8.

[20]) Lit. 16, p. 10—11.

liegt, ist es wohl berechtigt, diese nicht nur als Vertreterin des Oberperm anzusprechen, sondern anzunehmen, sie greife mit den obern Konglomeraten ins Mesozoicum hinein.

Ich erinnere hier noch an das Vorkommen von *Blattabdrücken (Pecopteris)* am Soengi Garing (Fundort 12) und von *Kohlenflözchen* am Batang Merangin, die in den untern wackenartigen Sandstein aufgefunden worden sind.[21]) Eine der von Telok Gedang ähnliche Fauna, sowie Pflanzenreste sind auch am Batang Tembesi bei und unterhalb Poeloe Bajoer gefunden worden.

Die Gesteinsformationen, die den Merangin-Tembesibezirk zusammensetzen, zeigen alle Merkmale von littoralen, lagunären und eventuell fluviatilen Bildungen, entstanden am Rande eines ausgedehnten Festlandgebietes. Sie zeigen, wenn nicht Übereinstimmung, so doch unverkennbare Ähnlichkeit mit der gleichaltrigen Damudaformation von Hindustan. Und die kleinen Kohlenflöze scheinen eine schwache Andeutung der mächtigen Kohlenlager zu sein, die den ökonomischen Wert der Damudaformation bedingen.

D. Die paläo- und mesozoischen Gesteinsformationen des Hochbarissan.

Über die den Hochbarissan zusammensetzenden vortertiären Gesteinsformationen ist wegen der ausgedehnten Bedeckung durch jungvulkanisches Material wenig bekannt. An den wenigen Orten, wo sie unter der Decke zum Vorschein kommen, z. B. in Korintji, am obern Batang Tembesi und am Soengi Tankoi (Nebenfluss des Batang Asai), zeigen sie grosse Übereinstimmung mit derjenigen des Tebo-Tabirbezirkes des Vorbarissan. Am meisten verbreitet ist im Hochbarissan die unterpermische „Diabasformation“, bestehend aus subsedimentären Tuffen von basischen Eruptivgesteinen mit gelegentlichen Einlagerungen von Kalkstein. Doch ist auch die oberpermische „Porphyrformation“ mehrerorts, z. B. am Soengi Tankoi, nachgewiesen. Sie besteht da aus Porphyr und Quarzporphyr mit ihren Tuffen.

Des fernern nehmen Granit und Diorit einen nicht unwesentlichen Anteil am Aufbau des Hochbarissan.

II. Die neozoischen Gesteinsformationen.

A. Die Tertiärschichten des Vorlandes.

Die Tertiärschichten des Vorlandes werden hier an erster Stelle genannt, da sie die normale Entwicklung des djambischen Tertiärs

[21]) Vgl. Lit. 16, p. 9.

darstellen. In frühern Publikationen habe ich mich schon eingehend mit dem Gegenstand befasst.[22]) Ich beschränke mich hier auf eine kurze Zusammenfassung und einige ergänzende Bemerkungen.

a) Die Goemaischichten. Die Hauptmasse der Goemaischichten des Vorlandes wird gebildet von hartem, bräunlichem Schieferton; dieser stellt die für Djambi normale „Telisafacies" der Goemaischichten dar.

Die Goemaischichten schliessen einige Flöze von Pechkohle ein, die stellenweise eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen. In verschiedenen Horizonten erscheinen auch kalkige Ablagerungen in der Form von lagenweise angeordneten Septarien.

Am Rande des Doeablasgebirges ist die Schiefertonfacies in den tiefern Teilen mancherorts durch eine sandige bis konglomeratische Facies verdrängt. Hier habe ich *Lepidocyclinen* gefunden, die von *H. Douvillé* als *Nephrolepidina angulosa* des Burdigalien[23]) erkannt worden sind (Fundort 2). Seitlich geht der Lepidocyclinensandstein in Korallenkalkstein über.[24])

b) Die Palembangschichten. Die Untern Palembangschichten (jüngeres Miocän) bestehen aus mehr oder weniger sandigem Schieferton und feinkörnigem tonigem Sandstein mit marinen Fossilien,[25]) die Mittlern Palembangschichten (älteres Pliocän?) aus Schieferton mit Braunkohlenflözen und die Obern Palembangschichten (jüngeres Pliocän?) aus sandigem bis tonigem Tuff. Sie geben zu keinen ergänzenden oder korrigierenden Bemerkungen Anlass.

B. Die Tertiärschichten des östlichen Barissanrandes.

Sie sind in zwei verschiedenen Facies ausgebildet: Im Norden, am Batang Djoedjoehan, erscheinen die Goemaischichten, die Untern und Mittlern Palembangschichten wie im Vorland in rein sedimentärer

---

[22]) Vgl. Lit. 16 und 17.

[23]) Vgl. Lit. 2b, p. 37.

[24]) Es zeigt sich demnach, dass man nicht einfach jeden Quarzsandstein und jedes Quarzkonglomerat an der Basis des sumatranischen Tertiärs zum Paläogen, speziell zum Eocän rechnen darf, wie das bislang allgemein geschehen ist.

[25]) An einer Stelle, bei Plajang Gadja in der Djelapangantiklinale (Fundort 1 auf der Kartenskizze, Tafel I) habe ich eine linsenförmige Einlagerung von korallogenem Kalkstein mit Miogypsinen in den Untern Palembangschichten entdeckt. In Lit. 17, Speciaalaart 1, ist der Fundort Plajang Gadja unter dem Namen Batoe Kapoer angegeben. Um Verwechslungen mit dem Fundort Batoe Kapoer am Batang Limoen (Fundort 6) zuvorzukommen, ändere ich die Benennung in »Plajang Gadja«, unter welchem Namen die Stelle den Eingeborenen auch bekannt ist.

Ausbildung. Erst die Obern Palembangschichten sind tuffogen. Im Süden hingegen, vom Batang Tebo an bis zum Batang Rawas im Palembangischen, sind die Tertiärschichten des Randgebietes von den Goemaischichten an aufwärts als beinahe einheitliche Tuffmasse ausgebildet. Eine Gliederung derselben durchzuführen ist nicht möglich. Wohl sind an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Niveaux ächt sedimentäre Einlagerungen (Arkosesandsteine, Schieferton mit Kohlenflözen, polygene Konglomerate u. s. w.) beobachtet. Sie besitzen aber stets bloss lokale Ausdehnung. Diese tuffogenen Tertiärbildungen sind insgesamt mariner Entstehung. Überall kann man an ihrer Basis *verkieselte Korallen* und — allerdings meist nur sehr schlecht erhaltene — Reste von *marinen Mollusken* auffinden. Neben den verkieselten Korallen liegen in erstaunlicher Menge *verkieselte Hölzer*. Es sind die Reste von Baumstämmen, die offenbar bei Eruptionskatastrophen mit den Tuffmuren in das Meer geschwemmt, dort in kieselreichem Aschenmaterial vergraben und versteinert worden sind. An mehreren Stellen habe ich marine Fossilien, *Miogypsinen, Bryozoen* und *Mollusken* auch in höheren Horizonten aufgefunden. Sie tun die marine Entstehung der gesamten Tuffmasse dar.

Im tiefern Teil der Tertiärschichten am Djoedjoehan treten Kalksteine auf, die den lepidocyclinenführenden Sandsteinen (Burdigalien) am Doeablasgebirge entsprechen dürften. Weiter südlich, im Gebiet der Tuffacies, ist das Burdigalien vielleicht durch die verkieselten Korallen angedeutet. Eigentliche Quarzsandsteine oder gar Quarzkonglomerate fehlen am ganzen Ostrand.

C. Die Tertiärschichten des westlichen Barissanrandes.

Die Tertiärschichten des Barissanwestrandes sind mir nur in zwei Taleinschnitten bekannt worden, im Tal des Batang Tapan und im Tal des Batang Impoe. Am Batang Tapan sind die Tertiärschichten nicht gut aufgeschlossen und zudem durch mannigfache vulkanische Durchbrüche gestört. Im Impoetal hingegen bilden sie eine sanft nach Südwesten einfallende, wenig gestörte Platte und sind der Untersuchung ziemlich leicht zugänglich. Hier hat man es, abgesehen von einem nur lokal beobachteten festen Quarzkonglomerat, wiederum mit einer mächtigen, fast ganz aus submarinen Tuffen aufgebauten Schichtserie zu tun, die dem jüngern Tertiär (von den Goemaischichten an aufwärts) der Ostseite entspricht. In einem verhältnismässig tiefen Horizont fand ich am Boekit Linggis (Fundort 3) auf etwa 600 m Höhe zahlreiche *Korallen,* die gleich denen des östlichen Barissanrandes zumeist verkieselt sind. Auch *versteinerte*

Hölzer sind im Tertiär von Impoe zu finden, freilich seltener als am Ostrand.

D. Die Tertiärschichten der Rawasbucht und der Interbarissanbecken.

Schon früher[26]) habe ich berichtet, dass vom obern Batang Rawas her in nordwestlicher Richtung bis an den Batang Asai Tertiärgebilde ins Gebirge hineingreifen (R a w a s b u c h t). Sie sind scharf in zwei Partieen gegliedert, eine stratigraphisch t i e f e r e, bestehend aus Quarzsandsteinen und Konglomeraten (teils Quarzkonglomerat, teils polygen), und eine stratigraphisch h ö h e r e, bestehend vorwiegend aus tuffogenen Sedimenten mit Einlagerungen von bituminösem Fischschiefer.

Nachdem oben (Seite 132) gezeigt worden ist, dass Quarzsandsteine und Konglomerate bis in das untere Miocän hinaufreichen können, ist es nicht unwahrscheinlich, dass man auch für diejenigen der Rawasbucht[27]) (Boekit Papan und Boekit Betoepang) oligocänes bis untermiocänes Alter annehmen darf. Die tuffogenen Schichten der Rawasbucht und die darin eingeschalteten Fischschiefer, deren Facies an die Telisaschiefer gemahnt, dürften hingegen zum jüngern Untermiocän und z. T. vielleicht noch zum ältern Obermiocän gerechnet werden.

Für die Sandsteine, Konglomerate, kohlenführenden Schiefertone u. s. w. des wegen seiner Situation sehr merkwürdigen K e s i r o-b e c k e n s am Batang Asai darf wohl gleichfalls oligocänes bis untermiocänes Alter angenommen werden.[28])

Die mehr tuffogenen Tertiärbildungen von N o r d k o r i n t j i (Sioelak Tenang) machen einen jüngern Eindruck. Sie führen gleichfalls Kohlenschmitzen und andere Pflanzenreste. Sie werden etwa den Untern Palembangschichten (Obermiocän) entsprechen.[29])

Soviel Unsicherheit in der Deutung und Altersbestimmung der Tertiärsedimente der Rawasbucht und der Intrabarissanbecken noch herrschen mag, soviel ist sicher, dass marine Eocänbildungen darin nicht vorkommen.

---

[26]) Vgl. Lit. 16, Kartenskizze.

[27]) In Lit. 16, p. 16 als „wahrscheinlich zum Paläogen gehörend“ bezeichnet.

[28]) Vgl. Lit. 16, p. 17.

[29]) Vgl. Lit. 16, p. 17.

E. Die tertiären Effusivgesteine.

Anzeichen von vulkanischen Ereignissen in eogener Zeit fehlen. Die vulkanischen Ausbrüche haben in unserm Gebiet etwa zu Beginn des Neogen eingesetzt, um mit grösserer oder geringerer Intensität bis auf die heutige Zeit anzudauern. Im übrigen auf meine Notiz von 1910[30]) sowie auf die beifolgende Kartenskizze verweisend, will ich hier nur darauf aufmerksam machen, wie wenig verbreitet die jungen Effusivgesteine im Vorbarissan sind im Vergleich zum Schiefer- und Hochbarissan. Im Vorbarissan erscheinen sie in ansehnlichen Massen nur am Nordostrand, wo sie das malerische Kuppengebirge von Telago bilden.

F. Die Pleistocänbildungen.

Die Pleistocänbildungen bestehen zum grössten Teil aus vulkanischen Auswurfsmassen. Diese haben sich aus dem Gebiet des Hochbarissan und Schieferbarissan — die pleistocänen Eruptionsschlote sind auf diese beiden Gebiete beschränkt — in breiten Strömen in das tertiäre Vorland hinunter ergossen. Im Gebirge und am Rande desselben weisen sie meist mehr oder weniger grobagglomeratischen Charakter auf und sind leicht von den neogenen Tuffschichten zu unterscheiden, die vornehmlich aus feinem Aschen- und Lapillimaterial bestehen. Weiter im Vorland draussen sind die pleistocänen Auswurfmassen als feinkörnige Tuffe ausgebildet, deren fluviatiler Charakter sich durch Einlagerungen von Sand- und Geschiebebänken kundgibt. Dadurch unterscheiden sie sich von den tertiären Tuffschichten, denen dort derartige Einlagerungen fehlen.

III. Autochthones und exotisches Gebiet.

In meiner Mitteilung von 1910[31]) habe ich ohne weitere Diskussion die Frage aufgeworfen, ob nicht Hoch- und Vorbarissan als Deckgebirge, die Schiefergebiete als autochthones Gebirge aufzufassen seien.

Heute möchte ich die Frage an Hand der beifolgenden Karten- und Profilskizze näher prüfen und meine Stellung zu derselben präzisieren.

Oben ist dargetan worden, wie die morphologisch von einander unterschiedenen gebirgigen Elemente von Djambi durch stratigraphische Eigentümlichkeiten in zwei scharf von einander ge-

---

30) Lit. 16, p. 22—23.
31) Lit. 16, p. 33.

trennte Gruppen zerfallen. Die erste Gruppe umfasst den Schieferbarissan, das Doeablasgebirge und das Tigapoeloegebirge, sowie das nördlich von Djambi gelegene Lisong-Kwantan-Lalogebirge. Die zweite den Hoch- und den Vorbarissan.[32])

Untersucht man nun die beiden Gruppen auf ihre tektonischen Verhältnisse, so gewahrt man, dass sie in dieser Hinsicht ebenso auffallend von einander verschieden sind wie in stratigraphischer Beziehung. Während in den Schiefergebirgen (erste Gruppe) durchweg steile, meist isoklinale nach Nordosten überkippte Faltung Regel ist, so konstatiert man im Hoch- und Vorbarissan (zweite Gruppe) vollständiges Fehlen von isoklinaler Faltung, Zurücktreten der Faltung überhaupt, dafür wenig steile, namentlich im Tebo-Tabirbezirk des Vorbarissan und im Hochbarissan längs zahlreichen Brüchen unregelmässig erfolgte Aufrichtung.

Diesen scharfen, auch in den Grenzgebieten durch keinerlei Übergänge abgeschwächten Gegensatz in der faciellen Beschaffenheit sowohl wie im tektonischen Styl der beiden Gruppen zu erklären, scheint mir nichts so geeignet als die Annahme, es stelle die eine Gruppe, nämlich die Schiefergebirge, autochthones Gebirge, die zweite Gruppe, Hoch- und Vorbarissan, dagegen exotische Schubmassen dar.

Der gewichtigste Einwurf, der gegen die Annahme von Überschiebungsdecken in unserm Gebiet gemacht werden kann,[33]) ist der Hinweis auf die Tatsache, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, im Felde Überschiebungsflächen, wobei alte Gesteine auf jüngere zu liegen kommen, zu beobachten. Dieser Mangel an field evidence ist aber, wie mir scheint, leicht erklärlich, wenn wir daran denken, dass tief eingeschnittene Talrinnen fehlen, die vergleichbar wären etwa mit denjenigen der nördlichen Kalkalpen, an deren steilen Gehängen die Überlagerung der einen Decke durch die andere direkt sichtbar ist.

---

[32]) Es sei hier nachdrücklich daran erinnert, dass speziell nahe facielle Verwandtschaft zwischen Hochbarissan und dem Tebo-Tabirbezirk des Vorbarissan festgestellt worden ist (siehe oben Seite 131).

[33]) Zu der Frage, ob Überschiebungen im Sinne der Deckentheorie in Sumatra anzunehmen seien, haben *Hirschi* (Lit. 6, p. 503) und *Brouwer* (Lit. 1, p. 1189—1190) Stellung genommen, der erste verneinend, der zweite bejahend. *Volz,* dem wir eine Reihe von Publikationen über den Bau von Südostasien und auch speziell von Sumatra verdanken, diskutiert sie nicht näher. Er scheint sie nicht durchaus verneinend zu beantworten, was aus einer Anmerkung (Lit. 23, p. 36) hervorgeht, in der gesagt wird: „Ich möchte nicht unterlassen, ausdrücklich zu bemerken, dass natürlich auch bei diesen repetierenden Faltungen es sehr wohl unter geeigneten Verhältnissen zu Überschiebungen kommen kann. Denn Überschiebung ist nur eine Frage lokaler Intensität."

Man denke sich einmal die Alpen zu einem niedrigen Hügellande abgetragen und zudem von schwerstem Urwald bedeckt. Da wäre das Vorhandensein von Überschiebungsdecken auch nicht mehr direkt wahrnehmbar, und man wäre auch da bei der geologischen Untersuchung lediglich auf kleine Aufschlüsse in den Fluss- und Bachbetten angewiesen. Aus der Prüfung und Kartierung dieser Aufschlüsse würde sich wohl die Existenz von faciell von einander verschiedenen Gebieten ergeben. Aber das deckenartige Aufliegen des einen Faciesgebietes auf dem andern wäre nicht mehr direkt wahrzunehmen, und das Ausstreichen der Überschiebungsflächen würde sich nur noch dadurch kundtun, dass längs den Faciesgrenzen anormale Kontakte, sowie starke Druck- und Gleiterscheinungen zu beobachten wären. Gelingt es also längs den in Djambi nachgewiesenen Faciesgrenzen, d. h. längs den Grenzlinien des Hoch- und Vorbarissan, anormale Kontakte mit Anzeichen von Druck- und Gleitwirkung nachzuweisen, so ist das ein Umstand, der zwar keine Beweiskraft besitzt, der aber doch das Vorhandensein des Überschiebungsphänomens auch in Djambi wahrscheinlich macht.

a) Für die Beobachtung derartiger Erscheinungen ist die Grenzlinie zwischen Hoch- und Schieferbarissan nicht günstig, da sie zumeist verdeckt ist von jungvulkanischem Auswurfmaterial.

b) Umso schöner können wir solche tektonische Erscheinungen wahrnehmen an der südwestlichen Grenze des Vorbarissan. Zwischen Batang Tabir und Batang Merangin, längs der Linie Ngaul-Tjanko-Ajerbatoe, zeigen die granodioritischen Gesteine des zum Vorbarissan gehörenden Nalo-Ajerbatoemassivs[34]) einerseits deutlichste Anzeichen mechanischer Einwirkung: Die Feldspäte sind kataklastisch und an manchen Stellen gewinnt das Gestein das Aussehen von Gneis. In den an das Granodioritmassiv angrenzenden Schiefern des Schieferbarissan andrerseits sind nicht etwa Spuren von Pyrometamorphose wahrzunehmen, umso deutlicher sind dagegen auch da wieder Druck- und Gleiterscheinungen. Die stark phyllitisch glänzenden Schiefer biegen gegen den Granit hin in horizontale bis flach nordwärts einfallende Lage über und sind gefältelt, gerade wie man das etwa an den Flyschschiefern der Alpen sieht, wo sie die Unterlage der Klippen bilden. Vollends die in den Schiefern eingeschalteten Kalksteine zeigen ein arg strapaziertes Aussehen und sind von einem engen Netzwerk von Kalkspat durchzogen. Im Tjankotal, nicht

[34]) Siehe Kartenskizze Lit. 16.

weit vom Fundort der durch *P. Sarasin* beschriebenen Artefakte des Magdalénien[35]) sieht man eine mehrere Meter lange Kalksteinpartie, die abgequetscht und in die zerknüllten Schiefer hineingepresst worden ist.

Weitere Anzeichen von zweifellos anormalem Kontakt konnte ich weiter südlich an derselben Südwestgrenze des Vorbarissan wahrnehmen. Bei Poeloe Bajoer liegen kaum 1 km lange, schollenartige, anscheinend flachliegende Partien von oberpermischem Kalkstein, eng verknüpft mit Quarzporphyrtuff in beinahe unmittelbarer Nachbarschaft mit steilstehenden Schiefern, deren Alter gerade hier durch untercretacische Korallen festgelegt ist. Der Kontakt zwischen den Permgesteinen und den Schiefern ist zwar durch Vegetation verdeckt, aber die Distanz zwischen beiden ist so gering, dass derselbe unmöglich ein normaler sein kann.

c) Die nordöstliche Grenze des Vorbarissan ist auf djambischem Territorium durch die Tertiärbedeckung der Beobachtung entzogen. Weiter im Norden[36]) tritt sie dagegen unverhüllt zutage. Dort stösst das Vorbarissangebiet mit dem Poelasan-Plepatmassiv, dessen Alter nicht bekannt ist, an das Lisong-Kwantan-Lalogebirge. Auf einer freilich in grosser Eile ausgeführten Durchquerung jener Gegend konnte ich immerhin konstatieren, dass die Schiefer des letztern keine Pyrometamorphose zeigen am Kontakt mit dem Granitmassiv. Auch *Verbeek*[37]) und *Hirsch*[38]) sprechen von keiner Pyrometamorphose allda. Ist nun der Poelasan-Plepatgranit jünger als die Schiefer, dann zeigt die mangelnde Pyrometamorphose der letztern an, dass der Kontakt nicht primär, also anormal ist. Ist der Granit aber älter, dann deutet der Mangel eines Transgressionskonglomerates zwischen Granit und Schiefer auf anormalen Kontakt.

Durch alle diese Erwägungen und Beobachtungen scheint mir erwiesen, dass die Grenzen von Hoch- und Vorbarissan Linien von anormalem Kontakt darstellen und dass also die Annahme, dass sie einer ausstreichenden Überschiebungsfläche entsprechen, gerechtfertigt ist.

Mag es dergestalt als feststehend gelten, dass Hochbarissan und Vorbarissan auf das autochthone Schiefergebiet überschobene Ge-

[35]) Auf der Kartenskizze auf Tafel I ist die Situation des Nalo-Ajerbatoemassivs etwa durch die Wörter Ngaul und Tjanko sowie durch die Zahl 12 markiert. In Lit. 16 ist es irrtümlicherweise zum Schieferbarissan gerechnet.

[36]) Lit. 10 In der Legende zur Profilansicht p. 102 ist der Kalkstein als carbonisch? bezeichnet. Er ist aber wahrscheinlich mesozoisch.

[37]) Lit. 19.

[38]) Lit. 6.

birgsmassen sind, so ist nun zu prüfen, ob sie Teile eines einheitlichen, ursprünglich zusammenhängenden Deckensystems oder ob sie verschiedenen, von einander unabhängigen Deckensystemen angehören.

Nachdem oben gezeigt worden ist, dass die Facies der Gesteinsformationen wie der tektonische Stil des Hochbarissan und des Vorbarissan — sofern wir den Merangin-Tembesibezirk ausser Betracht lassen — weitgehende Übereinstimmung zeigen, so liegt es nahe, beide als Teile eines einheitlichen, erst nachträglich durch Erosion zerstückelten Deckensystems aufzufassen. Die Richtigkeit dieser Auffassung ist, wie mir scheint, dargetan, wenn es gelingt, auf dem fensterartig zwischen Hoch- und Vorbarissan zutage tretenden Schieferbarissan Erosionsrelikte aufzufinden, deren Facies mit der Hoch- und Vorbarissanfacies übereinstimmt. Ich glaube nun tatsächlich ein solches gefunden zu haben in dem Boekit Rajagebiet, dessen Zusammensetzung Seite 130 angegeben ist. Zur Auffassung, dasselbe stelle ein loses, auf den steilstehenden autochthonen Schiefern ruhendes Schollenrelikt dar, bestimmen mich folgende Beobachtungen und Erwägungen:

Erstens macht es schon die Tatsache, dass der Granit des Boekit Raja die autochthonen Schiefer nicht pyrometamorph beeinflusst hat, wohl aber die mit ihm vergesellschafteten Sedimente und Tuffe der Diabasformation, sehr wahrscheinlich, dass das Rajagebiet eine überschobene Masse sei.

Zweitens erweisen sich speziell die Kalkberge von Boekit Boelan, die sich in nordwestlicher Richtung an den Boekit Raja anschliessen, als schwimmende Massen: Zwischen den Kalkkogeln konnten mehrfach die Schiefer im Talboden anstehend beobachtet werden. Die Schiefer zeigen in ihrem Streichen keinerlei Ausweichen in der Nähe der Kalkmassen, was der Fall sein müsste, wenn diese in die Schieferformation eingeschaltete, linsenförmige Einlagerungen wären.

Schliesslich spricht wohl am beredtesten für die Wahrscheinlichkeit meiner Auffassung der Umstand, dass die im Schieferbarissan so fremdartig anmutende Masse gerade da erscheint, wo dieser sich anschickt, nach Südosten hin zu versinken.[39]) Wollte man die Boekit Rajamasse etwa als paläozoische Kerngesteine des Schieferbarissan auffassen, dann hätte man die widersinnige Erscheinung zu erklären, dass diese nur in seinem absteigenden Teil zutage treten, während sie weiter nördlich in den stärker gehobenen Partieen, wo sie naturgemäss am ehesten zu erwarten wären, nirgends wahrzunehmen sind.

---

39) Vgl. die Kartenskizze auf Tafel I.

Der Nachweis, dass die Boekit Rajamasse als eine Deckscholle auf dem Schieferbarissan schwimme, scheint mir gelungen zu sein. Und damit wäre das gewünschte Glied gefunden, das den Tebo-Tabirbezirk des Vorbarissan mit dem Hochbarissan verbindet. Diese beiden erscheinen also als Teile eines und desselben Deckensystemes.

IV. Unterscheidung einer untern und obern Decke im exotischen Gebiet.

Oben (Abschnitt I C) ist gezeigt worden, dass scharf ausgeprägte facielle Unterschiede im Vorbarissan eine Gliederung desselben in zwei Bezirke, Tebo-Tabirbezirk und Merangin-Tembesibezirk, bedingen. Prüfen wir die beiden Bezirke auf ihre tektonische Gestaltung, so zeigt sich folgendes: Die Bauart des Tebo-Tabirbezirkes zeichnet sich durch eine ziemlich unerfreuliche Regellosigkeit aus. Dieser Bezirk erscheint als ein durch vielfache, im Terrain übrigens schwer zu verfolgende Brüche zerstückeltes Plateau, dessen Bau von Anbeginn infolge mannigfacher Einschaltungen von Eruptivgesteinen kein einfacher gewesen ist. Antiklinale Bauart konnte z. B. nirgends deutlich wahrgenommen werden. Ganz anders sind die Verhältnisse im kleinen Merangin-Tembesibezirk. Dieser besteht aus einer mächtigen Serie von ungestörten oder doch nur wenig gestörten Schichten, die in ruhiger und grosszügiger Weise nach Nordosten einfallen, wie das schematisch auf dem Profil (Tafel I) dargestellt ist. An einer Stelle am Batang Merangin und an der entsprechenden am Batang Tembesi konnte ich eine antiklinale Stauchung direkt beobachten. Auch sie ist auf dem Profil zur Darstellung gelangt. Wir konstatieren also auch in tektonischer Beziehung einen sehr merklichen Gegensatz der beiden Vorbarissanbezirke.

Nachdem uns die Unterschiede in Facies und tektonischem Stil zu dem Gedanken geführt haben, Hoch- und Vorbarissan als Ganzes könnten als exotische Massen aufgefasst werden, die den autochthonen Schiefergebieten deckenartig aufliegen, drängt sich folgerichtig die Frage auf, ob man nicht eine ähnliche Erklärung finden könne für die auffallenden Differenzen in Facies und Tektonik, die die beiden Vorbarissanbezirke aufweisen. Könnte der kleine Merangin-Tembesibezirk nicht als Relikt einer höhern Decke aufgefasst werden, das auf einer tiefern, vom Tebo-Tabirbezirk gebildeten Decke aufruht? Eine solche Auffassung scheint mir wiederum nicht jeder Berechtigung zu entbehren. Freilich kann auch sie sich nicht auf direkten Nachweis von Überlagerung stützen. Wir sind auch hier

wieder gezwungen, uns nach andern Tatsachen umzusehen, die unsere Auffassung wahrscheinlich machen.

a) In erster Linie werden wir auch hier wieder untersuchen, ob die Grenze zwischen den beiden Faciesbezirken einem *anormalen Kontakt* entspreche oder nicht. Tut sie das, dann ist das zwar wiederum kein Beweis der Richtigkeit unserer Deutung, aber immerhin ein Umstand, *der in gewichtiger Weise zu ihren Gunsten in die Wagschale fällt.*

Im Südwesten grenzt der Merangin-Tembesibezirk an das Nalo-Ajerbatoegranitmassiv, das wir als Bestandteil des Tebo-Tabirbezirkes schon kennen gelernt haben. Die Grenze ist sowohl am Batang Mesoemai (bei m des Wortes Mesoemai auf der Kartenskizze), als auch am Batang Merangin (bei der Zahl 12) der Beobachtung zugänglich. An beiden Stellen lässt sich nach der gleichen Methode wie für die nordöstliche Grenze des Vorbarissan (siehe oben Seite 138) nachweisen, dass sie tatsächlich keinem primären, bezw. normalen Kontakt entspricht, obschon auch hier das Alter des Granites nicht genau bekannt ist: Ist der Granit älter als die Oberpermschichten des Merangin-Tembesibezirkes, dann muss an ihrer Basis, das will sagen zwischen ihnen und dem Granit, ein Transgressionskonglomerat vorhanden sein, das im wesentlichen aus Granitkomponenten besteht. Ist der Granit postpermisch, dann müssen die Permschichten im Falle von Primärkontakt Merkmale von Pyrometamorphose zeigen. Tatsächlich ist keines von beiden zu beobachten.

b) Wenn schon dieser anormale Kontakt zu Gunsten einer Überschiebung spricht, so scheint mir das ein anderer Umstand noch in weit überzeugenderer Weise zu tun. Das ist die *lithologische Zusammensetzung der oberpermischen Wackensandsteine und Konglomerate*, die fast ausschliesslich aus Porphyr, bezw. Quarzporphyrmaterial bestehen. Im Tebo-Tabirbezirk spielen, wie wir gesehen haben, die sauren Porphyrgesteine eine nur untergeordnete Rolle. Sie könnten niemals als Ursprungsort der gewaltigen Massen von Porphyrtuff und Porphyrkonglomerat des Merangin-Tembesibezirkes in Betracht kommen. Umgekehrt fehlen die basischen Effusivgesteine und granodioritischen Tiefengesteine, aus denen der Tebo-Tabirbezirk im wesentlichen zusammengesetzt ist, beinahe vollständig in den Konglomeraten des Merangin-Tembesibezirkes. Dieses Verhalten wäre ganz unverständlich, wenn man den Merangin-Tembesibezirk mit dem Tebo-Tabirbezirk zusammen als eine tektonische Einheit betrachten würde. *Es erklärt sich aber glatt, wenn man den ersteren als den Überrest einer höheren Decke auffasst.*

V. Herkunft der beiden Überschiebungsdecken.

Der Bau der beiden Überschiebungsdecken gibt uns kaum Anhaltspunkte an die Hand, mit deren Hilfe wir die Fragen nach ihrer Herkunft entscheiden könnten. Die Scharniere der Stirnränder, die uns hierüber Aufschluss geben könnten, sind nicht beobachtet. Aus der Längenerstreckung des Vorbarissan, sowie aus der innerhalb desselben herrschenden Streichrichtung, die beide mit dem allgemeinen Nordwest-Südoststreichen von Sumatra parallel sind, geht aber mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass der Anschub nur von Südwesten oder von Nordosten her gekommen sein kann. Die Antwort auf die Frage, aus welcher dieser beiden Richtungen die Decken tatsächlich angeschoben seien, ergibt sich sodann aus der Bauart der autochthonen Gebirge, die uns lehrt, dass die gebirgsbildenden Kräfte auf Sumatra stets von Südwesten her gewirkt haben. Im ganzen sumatranischen Barissangebirge, wo immer die Schieferformation zum Vorschein kommt, beobachtet man überall Überfaltung der Schiefer nach Nordosten. Desgleichen konstatiert man an den Tertiärfalten des Vorlandes ausnahmslos stärkeres Einfallen im Nordost-, schwächeres im Südwestschenkel.[40]) Wir werden demnach auch für die Decken eine Bewegung von Südwesten nach Nordosten annehmen müssen.

A. Untere Decke.

Woher stammt die untere, aus Hochbarissan und dem Tebo-Tabirbezirk des Vorbarissan bestehende Decke? Mit andern Worten, wo befindet sich deren Wurzelgebiet? Auf diese Frage ergibt sich aus dem, was oben über Facies und tektonischen Stil mitgeteilt wurde, die Antwort, dass der Hochbarissan selbst die gesuchte Wurzelregion darstellt. Zwar ist auch er etwas auf das autochthone Schiefergebiet hinaufgeschoben, ohne indessen den Zusammenhang mit den in situ befindlichen Teilen verloren zu haben.

B. Obere Decke.

Macht es also keine Schwierigkeit, im Terrain das Wurzelgebiet der untern Decke ausfindig zu machen, so ist das weniger leicht für die obere Decke. Es ist bislang auf empirischem Weg kein Gebiet bekannt geworden, das dieselbe charakteristische Facies aufzeigt, wie

---

[40]) Von *E. Suess* als »Rückfaltung« aufgefasst (Antlitz der Erde III, 2, pag. 588.).

der Merangin-Tembesibezirk und somit in Betracht käme als Wurzelregion der obern Überschiebungsdecke.

Zu suchen wäre ein solches naturgemäss im Westen des Hochbarissan. Dort ist aber der Untergrund durch die jungen Bildungen der Küstenebene sowie durch das Meer bedeckt. Man ist aber durch theoretische Erwägung berechtigt, anzunehmen, dass unter den neozoischen Bildungen der Küstenebene und unter dem Meere tatsächlich jungpaläozoische Gesteinsformationen von kontinentaler Facies anstehen. Muss doch der östliche Küstensaum des Gondwanakontinentes, der bis ins Eocän hinein die Stelle des Indischen Ozeans eingenommen hat, nahe dem Westrand des heutigen Sumatra verlaufen sein.[41]) Längs diesem Küstensaume müssen sich zu Lande kontinentale, zu Wasser littorale Gesteinsformationen gebildet haben.[42]) Da hätten wir also auf theoretischem Wege das gesuchte Gebiet gefunden, das, im Westen von Sumatra gelegen, in facieller Hinsicht dem Merangin-Tembesibezirk so nahe steht, dass es als ihre ursprüngliche Heimat angesehen werden darf.

VI. Zeitliche Analyse der tektonischen Vorgänge.

Abgesehen von der tektonischen Bewegung, die angedeutet ist durch das Auftreten der konglomeratischen Bank in der Untern Kreide des Asaigebietes (Schieferbarissan)[43]), ist der älteste tektonische Vorgang, dessen Alter mit Hilfe der in Djambi gemachten Beobachtungen annähernd bestimmt werden kann, die Faltung der autochthonen Schiefergebiete. Sie hat vermutlich gegen Ende der Kreidezeit stattgefunden. Das geht daraus hervor, dass keine jüngeren als obercretacische Bildungen nachgewiesen sind, die in die Schiefer eingefaltet wären. Wohl gleichzeitig mit der Faltung der Schiefer geschah die Intrusion der Granite und Diorite.

2. Das nächstfolgende tektonische Ereignis war sodann die Verfrachtung der beiden Vorbarissandecken, von Südwesten her. Diese Schubbewegung ging vielleicht Hand in Hand mit dem Absinken des Gondwanakontinentes und muss irgendwann in

---

41) Man vergleiche irgend eine paläogeographische Karte für die Permformation, z. B. diejenige in *Haug*'s Traité de géologie p. 817.

42) Möglicherweise werden dereinst bei der geologischen Untersuchung der bis jetzt nur wenig bekannten subsumatranischen Inselreihe (Mentawaireihe) kontinentale Oberpermschichten in situ nachgewiesen werden.

43) Viel mächtigere Einschaltungen von Konglomerat (Quarzitkonglomerat) sind in den Schiefergebieten nördlich von Djambi, z. B. am Batang Kwantan, Batang Kampar, und Batang Rokam) beobachtet.

der Palaeogenzeit stattgefunden haben. Sieht man doch die oberpaläogenen und untermiocänen Sedimente und Tuffe in gleicher Weise den Schieferbarissan wie den Hoch- und Vorbarissan eindecken. Es ist aber einstweilen nicht möglich, den Zeitpunkt dieses Vorganges innerhalb der Paläogenzeit näher anzugeben. Dies wird erst möglich sein, wenn weitere Untersuchungen Klarheit geschaffen haben in Bezug auf die tektonischen und die stratigraphischen Verhältnisse der Sandsteine und Konglomerate der Rawasbucht u. s. w. Eine bislang nicht überwundene Schwierigkeit bietet u. a. der Umstand, dass bunte, aus Vorbarissangesteinen zusammengesetzte Breccien und Konglomerate — solche müssen sich während und unmittelbar nach der Überschiebung in grosser Mächtigkeit gebildet haben — nur wenig bekannt geworden sind.[44]) Sind sie vielleicht unter den neogenen und pleistocänen Bildungen der Subbarissandepressionen verborgen?

3. Massgebend für die heutige Oberflächenform war die allgemeine Faltung, die gegen Ende der Neogenzeit einsetzte. Ihr Alter ist genau fixiert durch den Umstand, dass die jüngsten Neogenbildungen, die Obern Palembangschichten, noch von dieser Faltung mitergriffen sind, während die ältesten Pleistocänbildungen horizontale Lagerung zeigen.

Diese Faltung hat sich aber nicht etwa auf die Gebiete beschränkt, die noch heute mit Tertiär bedeckt sind. Hier ist sie naturgemäss am leichtesten nachzuweisen und wegen des ökonomischen Interesses der Petroleumantiklinalen schon bis in die Details bekannt. Vielmehr hat sie auch die Gebiete ergriffen, die heute von der Tertiärbedeckung entblösst sind. Das zeigt sich schon am Doeablas- und am Tigapoeloegebirge, wo die vortertiären, isoklinal steilgestellten Schiefer als Kerne der am meisten gehobenen Tertiärantiklinalen erscheinen.[45]) Aber auch das Barissangebirge als Ganzes erscheint als Torso einer Tertiärfalte, allerdings von ganz gewaltigen Dimensionen: am Südwest- wie am Nordostrand sehen wir die Tertiärschichten vom Gebirge auswärts abfallen. Zeugen von der einstigen, allerdings durch Inseln unterbrochenen altmiocänen Meeresbedeckung sind an verschiedenen Stellen noch jetzt hoch im Gebirge erhalten: ich erinnere an den Korallenfundort von Boekit Linggis, etwa 600 m über Meer, in unserm Kartengebiet,[46]) an das untermiocäne marine Tertiärbecken von Oembilin im Padanger Oberland, bis 400 m über Meer,[47])

---

[44]) Es sei hier erinnert an die polygenen Konglomerate der Rawasbucht, deren tektonische Position leider eben nicht ganz aufgeklärt ist, vgl. oben p. 134.

[45]) Siehe das Profil auf Tafel I.

[46]) Vgl. oben p. 133.

[47]) Vgl. Lit. 19, Profil 6.

und an die altmiocänen Schichten von Soengi Are im Goemaigebirge, die bis 1400 m über Meer ansteigen.[48])

Durch die jungpliocäne Faltung ist der Gesamtbarissan, d. h. das autochthone Schiefergebirge mitsamt dem darüberliegenden Deckgebirge und der Tertiärhülle, zu einer grandiosen Grossfalte emporgestaut worden. Die gleichzeitig mit der Hebung einsetzende, intensive Denudation entfernte im Sattel zunächst die Tertiärschichten, alsdann die Gesteine des Deckgebirges und legte so das den Kern bildenden Schiefergebirge frei. Im Südwest- und im Nordostschenkel der Barissangrossantiklinale blieben die tiefer liegenden Teile des Deckgebirges von der Denudation verschont: dort den Hoch-, hier den Vorbarissan bildend. Der Vorbarissan nimmt dergestalt dem dahinter liegenden Schiefergebirge gegenüber eine ähnliche Position ein wie die helvetischen Kalkalpen gegenüber den autochthonen Zentralmassiven.

Während die spätcretacische Faltung des Schiefergebirges begleitet gewesen war von granodioritischen Intrusionen, so ging die jungpliocäne Faltung Hand in Hand mit andesitischen und basaltischen Massenergüssen. Freilich hatten schon während der ältern Neogenzeit fortdauernd kleinere oder grössere vulkanische Ausbrüche stattgefunden, wie die tuffogene Natur der ältern Neogenschichten an den Barissanrändern beweist. Aber die mächtigen Ergüsse von Andesit- und Basaltlava ereigneten sich erst gegen Ende des Pliocän.

4. Die letzte nachweisbare tektonische Bewegung ist eine allgemeine Hebung des Landes um den Betrag von etwa 50 m, die während der Diluvialzeit vor sich ging. *Erb*[49]) hat für die Westküste des südlichen Sumatra eine pleistocäne Hebung nachgewiesen, indem er in anschaulicher Weise Strandterrassen beschrieb, die sich bis 40 m über den Meeresspiegel erheben. Auf der Ostseite der Insel, speziell in Djambi, ist wohl dieselbe Hebung manifestiert durch den Umstand, dass manche Flüsse, z. B. der Pengaboean-Toenkal, ihre Talwege durch die eigenen Diluvialterrassen hindurch, noch mehrere Meter tief in die tertiäre Unterlage hineingeschnitten haben. Dies weist auf Tieferlegung der Erosionsbasis, bedingt durch entsprechende Hebung des Landes.

---

[48]) Vgl. Lit. 18. Karte und Tafel II, Figur 6.
[49]) Lit. 4, p. 272—280.

VII. Schlussbemerkung.

Mit den oben gegebenen, skizzenhaften Ausführungen muss ich mich für heute begnügen. Wenn einmal alle meine in Djambi gesammelten Materialien und angestellten Beobachtungen bearbeitet sind, wird die Zeit gekommen sein, das Überschiebungsphänomen auf Sumatra weiter zu diskutieren und daraufhin auch die übrigen, nördlich und südlich von Djambi gelegenen Teile der Insel zu prüfen. Dann wird sich auch Gelegenheit bieten, die sumatranischen Überschiebungen zu vergleichen mit solchen in andern Gebieten, zunächst mit denen, die im Osten des Archipels beobachtet sind.[50]) Diese stellen ein besonders interessantes Vergleichsobjekt dar, da auch ihre Wurzelregionen zum Teil wenigstens in der Tiefe des Meeres begraben sind. Von europäischen Gebieten mit Deckenbau werden besonders die Pyrenäen, die Karpathen und Sicilien mit Calabrien zum Vergleich heranzuziehen sein.

Literaturverzeichnis.

1. *Brouwer, H. A.* Over den postcarbonischen ouderdom van granieten der Padangsche Bovenlanden. Verslag gew. verg. Wis en Nat. Afd. der Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam van 27 Maart 1915, Deel XXIII, p. 1182—1190 (Lv. V. 2879).*)
2. *Douvillé, H.* Les calcaires à fusulines de l'Indo-Chine. Bull. soc. géol. de France. 4e Série, tome VI, p. 576–587. 1906.
3. *Douvillé, H.* Les couches à Lépidocyclines de Sumatra, d'après les explorations du Dr. Tobler. Compte rendu sommaire des séances de la soc. géol. de France, 1915, p. 36—38.
4 *Erb, J.* Beiträge zur Geologie und Morphologie der südlichsten Westküste von Sumatra. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1905, p. 251–284 (Lv. V. 1212).
5. *Fliegel, G.* Über obercarbonische Faunen aus Ost- und Süd-Asien. Paläontographica, Band XLVIII, 1901—1902, p. 91—136 (Lv. V. 1233).
6. *Hirschi, H.* Geologische Reiseskizze durch das Aequatoriale Sumatra. Kon. Ned. Aardr. Gen., 1915, p. 476—508. Korrektur, Id. 1915, p. 716 (Lv. V. 2883).
7. *Krumbeck, L.* Obere Trias von Sumatra. Die Padang-Schichten von Sumatra nebst Anhang. Nebst einer Einleitung: Lagerungsverhältnisse der Triasschichten im Padangschen Hochlande von *R. D. M. Verbeek.* Palaeontographica. Supplement IV, p. 197—266 (Lv. V. 2696).
8. *Milch, L.* Beiträge zur Petrographie der Landschaft Ulu Rawas, Süd-Sumatra. Über Gesteinsumwandlung, hervorgerufen durch erzzuführende Prozesse. Neues Jahrbuch f. Min., Beilageband XVIII, 1904, p. 452–459 ((Lv. V. 1334–1335).

---

50) Vgl. Lit. 9 und Lit. 24.

*) Lv. V. bedeutet »Literaturverzeichnis *Verbeek*«: Opgave van geschriften over geologie en mijnbouw van Nederlandsch Oost-Indië. Verhandelingen van het geol. mijnbouwk. genootschap voor Nederland en Koloniën. Deel I, pag. 31–248, 293–318, 361—376. Deel II pag. 145—164.

9. *Molengraaff, G. A. F.* Folded mountain chains, overthrust sheets and block-faulted mountains in the East Indian Archipelago. Compte-rendu du XIIe Congrès géologique international, Toronto, 1913. Ottawa 1915, p. 689—702 (Lv. V. 2934).
10. *Sarasin, P.* Neue lithochrone Funde im Innern von Sumatra. Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel, Bd. XXV, 1914, p. 97—111.
11. *Schmidt, C.* Neue Funde von A. Tobler in Südost-Sumatra. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch., LIX, 1907, Monatsber. p. 203—204 (Lv. V. 1388).
12. *Scrivenor, J. B.* The geological history of the Malay Peninsula. Quart. Journ. geol. Soc. LXIX, 1913, p. 343-371 (Lv. V. 2766).
13. *Tobler, A.* Einige Notizen zur Geologie von Süd-Sumatra. Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel, Band XV, 1903, p. 272—292 (Lv. V. 1402).
14. *Tobler, A.* Topogr. und geol. Beschreibung der Petroleumgebiete bei Moeara Enim (Süd-Sumatra). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., XXIII, 1906, p. 199 bis 315 (Lv. V. 1404).
15. *Tobler, A.* Über das Vorkommen von Kreide- und Carbon-Schichten in Südwest-Djambi (Sumatra). Centralblatt f. Min. 1907, p. 484—489 (Lv. V. 1405).
16. *Tobler, A.* Voorloopige mededeeling over de geologie der residentie Djambi. Jaarb. Mijnw. 1910. Verhandelingen (verschenen 1912), p. 1—29 (Lv. V. 1408)
17. *Tobler, A.* Korte beschrijving der petroleumterreinen gelegen in het Zuidoostelijk deel der residentie Djambi (Sumatra). Jaarb. Mijnw. 1911. Verhandelingen (verschenen in 1913), p. 12—39 (Lv. V. 2654).
18. *Tobler, A.* Geologie van het Goemaigebergte (Residentie Palembang, Zuid-Sumatra). Jaarb. Mijnw. 1912. Verhandelingen, (verschenen in 1914), p. 6—86; benevens op p. 50—86 eene petrografische beschrijving der eruptiefgesteenten van het Goemaigeberghe door E. Gutzwiller (Lv. V. 2790).
19. *Verbeek, R. D. M.* Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Text Batavia, Landsdrukkerij 1883. Atlas Amsterdam 1883 (Lv. V. 1451).
20. *Verbeek, R. D. M.* Topographische en geologische beschrijving van Zuid-Sumatra, enz. Jaarb. Mijnw. 1881, I, p. 3—215 (Lv. V. 1446).
21. *Volz, W.* Zur Geologie von Sumatra. Geol. und paläontol. Abhandl., herausgegeben von E. Koken. Neue Folge, Band VI, Heft 2, p. 87 ff. Jena 1904 (Lv. V. 1458).
22. *Volz, W.* Der Malaiische Archipel, sein Bau und sein Zusammenhang mit Asien. Sitzungsber. der physik. medizin. Sozietät in Erlangen. XLIV (1912), Erlangen 1913, p. 178—204 (Lv. V. 2691).
23. *Volz, W.* Süd-China und Nord-Sumatra. Mitteilungen des Ferdinand von Richthofen-Tages, 1913. Berlin 1914, p. 27—54 (Lv. V. 2793).
24. *Wanner, J.* Geologie von West-Timor. Geologische Rundschau, IV, 1913, p. 136-150 (Lv. V 2749).

Manuskript eingegangen den 2. Dezember 1916.

Beitrag
zur Kenntnis der Entwicklung bachbewohnender Milben.

Von

C. Walter.

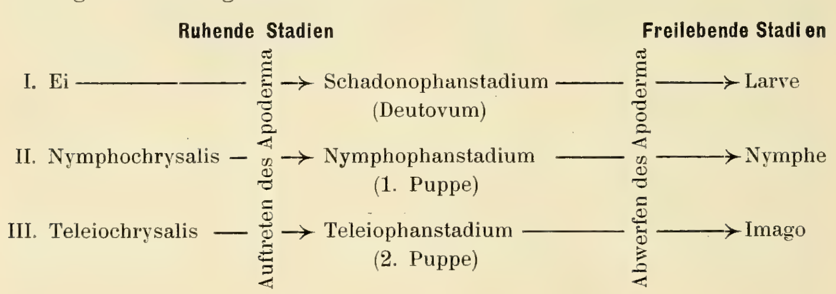
Vor zehn Jahren machte der englische Acarinologe *C. D. Soar* auf die Tatsache aufmerksam, dass die Familie der Hydracarinen über 60 Genera zähle; nur von etwa sechs unter ihnen sei der Verlauf der Entwicklung bekannt. Die Zahl der Gattungen hat sich bis heute um gut zwei Dutzend vermehrt. Die Artenzahl ist bedeutend gestiegen. Unsere Kenntnisse auf entwicklungsgeschichtlichem Boden sind fast stationär geblieben. Dieser Stillstand mag viel weniger einem Mangel an Interesse als den Schwierigkeiten zugeschrieben werden, die sich dem Forscher bei Züchtungsversuchen im Laboratorium darbieten. Der Umstand, dass zur Laichablage bestimmte Örtlichkeiten aufgesucht werden, dass die Larve zu ihrer Verpuppung eine spezifische Tierform, meistens ein Insekt aufsucht, um sich an ihm festzuklammern und in diesem Zustande ihre Entwicklung zur Nymphe durchzumachen, dass auch für die Verwandlung der Nymphe in das geschlechtsreife Tier besondere Bedingungen erfüllt sein müssen, das alles sind Faktoren — und sie könnten leicht vermehrt werden —, welche bei der Vornahme von Versuchen im Aquarium in Betracht zu ziehen sind. Die Schwierigkeiten werden noch erhöht, sobald es sich um Formen des fliessenden Wassers handelt, Arten, deren Fortkommen nur in sauerstoffreichem, konstant tiefe Temperaturen aufweisendem Wasser gesichert ist. Darum ist es auch erklärlich, dass die Metamorphose torrenticoler Hydracarinen so gut wie noch unbekannt ist. Fast alle entwicklungsgeschichtlichen Daten der Hydracarinen beziehen sich auf Formen stehender Gewässer. Meine Beobachtungen über die Entwicklung torrenticoler Arten stützen sich zum grössten Teil auf fixiertes Material, das in den Alpen gesammelt wurde. Zum andern Teil stand mir aber auch lebendes Material zur Verfügung, an welchem ich verschiedene Vorgänge untersuchen konnte.

Dem Genfer Forscher *Claparède* gebührt in erster Linie das Verdienst, die Entwicklung der auf Süsswassermuscheln parasitierenden *Unionicola bonzi (Clap.)* genauer untersucht und an ihr die für die grosse Mehrzahl der Milben so typischen Häutungen erkannt zu haben. Er beobachtete, wie sich unter der Eihaut eine Membran bildet, welche an Stelle der erstern den Embryo umhüllt. Er nannte sie Zwischenhaut. Diese Membran legt sich zunächst infolge ihrer grössern Oberfläche unter der Eihaut in Falten, bis diese dem Drucke des wachsenden Embryos weichen muss und schliesslich platzt. Nun tritt die Zwischenhaut zwischen den beiden abfallenden Hälften der Eihaut frei zutage, dehnt sich aus und nimmt die Gestalt einer eiähnlichen, völlig geschlossenen Hülle an, was Claparède dazu bestimmte, diesem Stadium den Namen *Deutovum* beizulegen. Sie beherbergt die in ihr sich entwickelnde sechsfüssige Larve bis zu ihrem Ausschlüpfen. Die Larve von *Unionicola* tritt nach kurzer Zeit schon in das Stadium der Verpuppung ein. Sie vergrössert ihr Volumen, nach *Claparèdes* Annahme infolge Wasseraufnahme. Dies bedingt eine Dehnung der Körperhaut, welche sich bald von der weichen, unter ihr befindlichen Körpermasse abhebt. Die Beine und Palpen entleeren ihren Inhalt nach innen, wo sich die Körpermasse zusammenballt. „Das Tier schwimmt also nun als kugeliger Klumpen in der die weitabstehende Cuticularhülle erfüllenden Flüssigkeit“, sagt *Claparède* selbst. Die leeren Bein- und Palpenscheiden, die chitinösen Hüftplatten etc. werden abgeworfen, sodass die Puppe die Gestalt einer Kugel annimmt. Nun aber sprossen aus der Körpermasse neue Palpen und Beine, diesmal acht Füsse wie beim erwachsenen Tiere. Sämtliche Organe werden neu gebildet. Die auskriechende Nymphe besitzt bereits ein provisorisches Genitalorgan, das jedoch erst vier, statt zehn Näpfe wie die Imago besitzt. Die Nymphe hat nun, um zum geschlechtlichen Tier zu werden, eine zweite Puppenruhe durchzumachen, während welcher sich die eben geschilderten Vorgänge wiederholen.

Claparède hat also richtig beobachtet, dass bei der Entwicklung einer Wassermilbe wichtige Häutungsprozesse eine Rolle spielen. Als erster erkannte er die Zwischenhaut unter der Eihaut. Obgleich er es nicht direkt ausgesprochen, so lässt sich doch aus der Beschreibung *Claparèdes* Ansicht herauslesen, die Verwandlung der Larve in die Nymphe spiele sich in der Haut der Larve ab, und die Metamorphose der Nymphe in die Imago gehe in der Nymphenhaut vor sich. Diese Auffassung stimmt jedoch nicht mit den Tatsachen überein, wie dies bereits *Kramer* nachweisen konnte.

Der grossen verwandtschaftlichen Beziehungen wegen, welche zwischen den *Trombididen* und den Wassermilben bestehen, muss hier

der vorzüglichen Untersuchungen gedacht werden, die *Henking* an *Trombidium fuliginosum* angestellt hat. Es gelang ihm, den vollständigen Gang der Entwicklung dieser Milbe zu verfolgen, wobei er die Ausführungen *Claparèdes* im grossen und ganzen bestätigen konnte, aber auch schon das wahrzunehmen vermochte, was dem Genfer Forscher entgangen war, nämlich das Auftreten einer Zwischenhaut nicht nur unter der Eihaut, sondern auch während den beiden nachfolgenden Verpuppungen unter der Larvenhaut bezw. unter der Nymphenhaut. *Henking* führte zur Hebung der infolge unrichtigen Gebrauches der einzelnen Bezeichnungen entstandenen Verwirrung eine neue Nomenklatur ein. Er liess den Ausdruck Zwischenhaut fallen und bezeichnete die im Ei und während der beiden Puppenstadien neuauftretenden Membranen als *Apoderma.* Seine Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Entwicklung von *Trombidium* in drei grossen Perioden abwickelt. Jede endet mit einem freilebenden Stadium, die erste mit der Larve, die zweite mit der Nymphe, die dritte mit der Imago. Jede Periode zerfällt wieder in drei Stadien, welche jeweilen durch das Auftreten des Apodermas und das Abwerfen desselben voneinander geschieden sind. Es ergibt sich folgendes Schema:



Die *Henking*'sche Nomenklatur hat später *Kramer* aufgenommen, der sich in sehr eingehender Weise mit der Entwicklungsgeschichte der Hydracarinen befasst hat. Er wies besonders auf die grosse Übereinstimmung im Entwicklungsgang von *Trombididen* und *Hydracarinen* hin und hat auf die Verwandtschaft gewisser Larven von Wassermilben mit denjenigen der Laufmilben aufmerksam gemacht. Er suchte deshalb den Beweis zu erbringen, dass die erstern von den letztern abstammen müssen. Das Vergleichen der einzelnen *Hydracarinen*larven miteinander brachte ihn zur Überzeugung, dass die Familie der Wassermilben keine einheitliche sein könne, sondern aus verschiedenen Stämmen hergeleitet werden müsse. So kam er zur Aufstellung folgender Larventypen: der *Hydrarachna*larve, der *Piona*larve, der *Diplodontus*larve und der *Eylais*larve. Die auf-

fallendste Ähnlichkeit mit der *Trombidium*larve zeigt aber entschieden die *Diplodontus*larve. Ihre Vorfahren waren also *Trombididen,* deren Einwanderung ins Wasser erst vor relativ kurzer Zeit erfolgt ist. Dies prägt sich heute noch darin aus, dass die Larven dieses Typus nach dem Austritt aus dem Ei an die Wasseroberfläche steigen, sich an ein Insekt klammern, um sich an ihm zu verpuppen, während Nymphe und Imago bereits zu ausgesprochenen Bewohnern des Wassers geworden sind. Andere Milben, besonders die dem Typus der *Piona*larve angehörenden, stammen auch von *Trombididen* ab, deren Übertritt ins flüssige Element jedoch in bedeutend weiterer Ferne zurückliegt, da nicht nur Nymphe und Imago typische Wassertiere sind, sondern sich auch ihre Larve ganz an das Leben im Wasser gewöhnt hat.

An Hand seiner Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte konnte *Kramer* nachweisen, dass bei allen *Hydracarinen* auf das Ei ein *Schadonophanstadium* folge, das durch die Bildung eines ersten Apodermas eingeleitet werde. Er konstatierte aber auch das Vorkommen eines zweiten Apodermas im *Nymphophanstadium* und eines dritten im *Teleiophanstadium,* was *Claparède* übersehen hatte. Mit dem Eintritt der Puppenruhe haben sowohl Larvenhaut als auch Nymphenhaut ihren Zweck vollständig erfüllt: sie werden während der Puppenruhe gesprengt und abgeworfen.

Im folgenden möchte ich den Versuch unternehmen, an Hand der Entwicklungsgeschichte zweier Gattungen, die ich verfolgen konnte, *Kramers* Ansichten über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen *Hydracarinen* und *Trombididen* weiter auszubauen, scheinen sie doch eine grosse Berechtigung beanspruchen zu dürfen. Während der Bearbeitung des Materials bin ich noch auf zahlreiche andere Probleme gestossen. Die meisten harren noch ihrer Lösung, sodass dem Forscher reichliche Arbeit übrig bleibt. Mehr und mehr sollten entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Hydracarinen* die volle Aufmerksamkeit des Spezialisten verdienen, da sie nicht nur in stammesgeschichtlichen Fragen, sondern auch in biologischen und solchen über die geographische Verbreitung dieser Tiergruppe wichtige Aufschlüsse zu geben vermögen.

Die eine der beiden untersuchten Gattungen enthält Arten, die in grosser Anzahl die moosreichen Quellen der Alpenbäche bewohnen. Es ist *Lebertia.* Starkfliessendes, stets tieftemperiertes Wasser bietet ihr die besten Lebensbedingungen. Sie erträgt keine grossen Temperaturschwankungen. Ihre Larve gehört dem *Piona*typus an. Die andere, das Genus *Thyas,* vertritt als Larve den *Diplodontus*typus. Die Vertreter dieser Gattung leben in den Alpen meistens in schwach-

fliessendem Wasser, in reichbemoosten, sumpfigen Stellen, deren Wasser sich tagsüber bedeutend zu erwärmen vermag.

Lebertia legt ihre kleinen, roten Eier nebeneinander auf Moosblättchen oder unter Steinen ab. Je nach der Art ist deren Zahl etwas verschieden. Gleichzeitig werden die Eier mit einer farblosen, flüssigen Masse übergossen, einer Kittsubstanz, welche im Wasser aufquillt, erhärtet und ein weisses Aussehen annimmt. Ihre Oberfläche ist dann von kleinen, rundlichen oder ovalen Öffnungen durchbrochen, von denen sich die grössern nach innen trichterförmig erweitern. Diese Kittmasse erfüllt eine zweifache Aufgabe. Sie heftet den Laichklumpen an der Unterlage fest und umgibt die Eier bis zum Ausschlüpfen der jungen Larven mit einer ringsum verschlossenen Hülle. Die Decke dieser Hülle ist am stärksten, der Boden bisweilen sehr dünn. Zwischenwände zur Abtrennung der einzelnen Eier treten hie und da auf, sind jedoch nie so stark, dass sie nicht leicht durch die Bewegungen der frisch geschlüpften Larven durchbrochen werden könnten; sie bestehen meist aus einigen regellos gespannten Fäden aus Kittmasse. *Henking* berichtet für *Trombidium* von einem Klebstoff, der gleichzeitig mit den Eiern abgeschieden wird und vermutet, dass dieser im Uterus entstehe. Bei den *Hydracarinen* scheinen die Verhältnisse ähnlich zu liegen. Die Absonderung der Kittsubstanz muss wohl zu gleicher Zeit mit der Eiablage vor sich gehen. Es dürfte schwerlich der Fall sein, dass sich beide Prozesse zeitlich folgen, dass also zuerst die Eier abgegeben und erst dann mit Kittmasse übergossen werden. Man findet hie und da Laichklumpen mit langen, röhrenförmigen Anhängseln, an deren Ende noch ein Ei eingeschlossen ist. In solchen Fällen wird das Tier während der Eiablage aus irgend einem Grunde zu einem Platzwechsel veranlasst worden sein, welchem Umstande dann die bizarre Form des Klumpens zuzuschreiben ist.

Über die ersten Vorgänge im Ei konnten nur wenige Beobachtungen gemacht werden. Bereits *Claparède* erwähnt das Vorkommen zahlreicher Zellen, welche er als Hämamoeben ansieht. *Henking* nennt sie vacuolisierte Zellen. Ihr feinkörniges Plasma beschränkt sich auf eine periphere Zone. Der Kern wird nur schwer in einer verdickten Stelle derselben wahrgenommen. Den grössten Teil der Zelle beansprucht eine Vacuole, die eine klare Flüssigkeit enthalten soll. *Henking* scheint diesen Zellen die Möglichkeit zuzuschreiben, das Apoderma zu bilden. Sie sind in der Tat zunächst in grosser Anzahl vorhanden. Vor dem Ausschlüpfen der Larve aber treten sie nur noch vereinzelt auf. Sie scheinen nach und nach resorbiert zu werden. Meine Beobachtungen stimmen mit denjenigen *Henkings* überein. Doch habe ich häufig nicht nur eine Vacuole in der Zelle vorge-

funden, sondern eine Reihe von verschiedener Grösse. Ob diese vacuolisierten Zellen wirklich an der Bildung des Apoderma beteiligt sind oder nicht, möge vorläufig dahingestellt sein. Frühzeitig entsteht aber unter der Eihaut eine dünne Membran: *Henkings* und *Kramers* Apoderma.

Mit diesem Momente tritt die Entwicklung in das Schadonophanstadium ein. Das Apoderma vergrössert bald seine Oberfläche. Die Enge des Raumes zwingt es, sich unter der Eihaut in Falten zu legen. Jederseits bildet sich auf ihm eine kleine trichterförmige Ausstülpung, welche innen zur Ansatzstelle eines fleischigen Stranges dient, der die Verbindung mit dem Embryo herstellt. *Henking* deutete das eigentümliche Organ auf dem Apoderma als Urpore und erblickte im Verbindungsstrang eine Urtrachee, deren Aufgabe darin zu suchen sei, den wachsenden Embryo stets mit frischer Luft zu versorgen. *Kramer* glaubte indessen, dieses Organ einfach als Suspensorium für das sich entwickelnde Tier ansprechen zu müssen. Seine Auffassung dürfte der Wirklichkeit am besten entsprechen. Infolge seines Wachstums sprengt der Embryo die alte Eihaut bald. Diese wird abgeworfen und liegt nun, vielfach zusammengelegt, in der Hülle aus Kittmasse. Es muss hier der Irrtum mehrerer Forscher richtiggestellt werden, welche die durch die abgeworfenen und zusammengefalteten Eihäute entstandenen ritzenförmigen Figuren als spätere Austrittsstellen der Larve aus der Kitthülle beschrieben. Das Apoderma vermag sich nun auszudehnen. Es bläht sich auf, glättet seine Falten, nimmt eiförmige Gestalt an und rückt weit von der in Bildung begriffenen Larve ab, ihr zu weiterem Wachstum einen gewissen Spielraum lassend. Das Apoderma selber erscheint nun als gänzlich strukturlose, durchsichtige Membran, deren einziges Merkmal im Vorhandensein der beiden Urporen besteht.

Am Embryo erkennt man knospende Auswüchse, aus denen Beine und Palpen hervorgehen. Sein Körper nimmt mehr und mehr definitive Gestalt an. Mit der Anlage der Hüftplatten geht das Abtrennen der einzelnen Bein- und Palpenglieder Hand in Hand. Die Augen, Borsten etc. werden angelegt. Mit dem Grösserwerden des Tieres aber wird der Verbindungsstrang nach und nach resorbiert. Man erkennt nun genau die Ansatzstellen dieser Stränge am Körper. Sie liegen zwischen der ersten und zweiten Hüftplatte. Die junge Larve füllt bald den Innenraum des Apodermas gänzlich aus. Vor dem Ausschlüpfen wird die Verbindung mit der Urpore gelöst. Während des larvalen Lebens bleiben aber grosse, von Chitinringen umfasste Poren zwischen den Ansatzstellen der beiden ersten Beinpaare zu sehen. Die Larve ist zum Ausschlüpfen bereit, durchreisst das Apoderma und tritt in die Hülle aus Kittsubstanz. Sie muss auch

deren Wandung durchbrechen, um endlich ihre völlige Freiheit zu erlangen.

Wenn auch die Entwicklung von *Thyas* in dieser ersten Periode in den Hauptzügen ähnlich verläuft wie die eben von *Lebertia* beschriebene, so sind doch eine Reihe von Abweichungen zu nennen, welche meiner Ansicht nach *Kramers* Auffassung zu bekräftigen vermögen, dass die *Hydracarinen* nicht alle von den gleichen Stammformen abzuleiten sind.

Schon in der Art der Laichablage treten nennenswerte Verschiedenheiten auf. Hier wird jedes einzelne Ei von einer besondern Hülle aus Kittsubstanz umgeben, welche das Ei gleichsam mit einer dicken Schale umgibt. Die Kittsubstanz hat nicht mehr das von nach innen sich erweiternden Poren durchsetzte Aussehen, sondern gleicht einer Masse feinen, erstarrten Schaumes. Die so von besondern Kittschalen umgebenen Eier werden zu Reihen oder Klumpen zusammengefügt, jedoch so, dass die Ansatzstelle zwischen den Nachbareiern deutlich sichtbar bleibt. Die Eiablage muss bei *Thyas* langsamer vor sich gehen als bei *Lebertia* und so verzögert sein, dass die Kittschale eines Eies Zeit findet, sich zu erhärten, bevor das andere abgegeben wird. Unter der Eihaut wird das Apoderma gebildet, und bald darauf muss die Sprengung derselben, gleichzeitig aber auch der Kittschale vor sich gehen. Dass aber diese Arbeit für den *Thyas*embryo bedeutend schwieriger sein muss, als das blosse Sprengen der Eihaut bei *Lebertia*, dürfte ohne weiteres einleuchten. Seine Aufgabe wird aber durch das Vorhandensein verschiedener Hilfsmittel erleichtert. Das Apoderma trägt nämlich zwei auf dem Rücken und den Seiten querverlaufende Reihen langer, spitzer Dornen, die sich auf breiter, transversaler Basis erheben. Sie erreichen auf dem Rücken ihre grösste Länge und verkürzen sich auf den Seiten. Ihr Zweck dürfte darin zu suchen sein, dass sie bei der Sprengung der Eihaut und der Kittschale eine Rolle zu spielen haben, indem sie infolge des vom wachsenden Embryokörper ausgeübten Druckes wie Messer in die ihn umgebenden Hüllen hineindringen und sie lockern. Während der Faltung des Apodermas unter der Eihaut dürften die beiden Dornenreihen unmittelbar hintereinander liegen und auch die Schale auf derselben Linie durchstossen, beim Ausdehnen des Apodermas aber und während des Glättens der Falten auseinanderweichen und einen Druck nach entgegengesetzten Seiten ausüben, was zur Folge das Klaffen der Schalenhälften hätte. Zwischen den Schalenhälften tritt das Apoderma als ovale Hülle frei zutage. In ihr führt der Embryo seine Entwicklung weiter. Sowohl das Kopfende wie auch das hintere Ende der Apodermahülle steckt noch in der mit der Eihaut austapezierten halben Kittschale, deren vordere aber meist abgeworfen

wird, während die andere am Klumpen befestigt bleibt. Sehr selten macht sich die Apodermahülle ganz frei. Dann aber erkennt man deutlich, dass sie im Gegensatz zu *Lebertia* nicht ohne Struktur ist. Den ganzen mittleren Teil umgibt ein breiter Gürtel niedriger, zugespitzter, aber wenig dicht gesäter Papillen, während die beiden Pole, welche ja gewöhnlich in der Kittschale verbleiben und keines weitern Schutzes bedürfen, vollständig glatt bleiben. Die Aufgabe dieses Papillenbesatzes, der sich auf den freiliegenden Teil der dünnen Membran beschränkt, dürfte wohl darin bestehen, das junge Tier vor raubgierigen Angriffen zu schützen.

Die ausgeschlüpften Larven charakterisieren sich durch den Besitz von erst sechs Beinen statt acht, wie sie später die Nymphe und die Imago aufweisen. Naturgemäss sind auch nur drei Hüftplattenpaare entwickelt. Am Maxillarorgan, dem sog. Pseudocapitulum, sitzen zwei kurze fünfgliedrige Palpen. Die Haut ist feinliniert. Von einem Genitalorgan ist keine Spur zu erkennen. Bis jetzt wurde allgemein angenommen, dass der Fuss der Larve aus fünf Gliedern aufgebaut sei, während er später sechs zähle. Dies trifft für die Mehrzahl der bisher bekannt gewordenen Larven zu. Auch die *Lebertia*-larve bildet keine Ausnahme von dieser Regel. Dagegen wurden bei zwei verschiedenen *Thyas*spezies Beine vorgefunden, die bereits sechsgliedrig waren. Zum mindesten war die Zweiteilung des zweiten Gliedes im Begriffe, sich zu vollziehen. Wenn auch die Larven zweier nahe verwandter Gattungen diese Eigenschaft mit *Thyas* teilen, so steht sie doch ziemlich vereinzelt da, und dieses Verhalten vermag noch nicht erklärt zu werden. Auch in der Ausstattung der Beine differieren die beiden Larven. Der Borstenbesatz ist bei *Lebertia* schwach. Die kurzen Beine tragen drei Krallen; sie sind zu Kletterorganen geworden. Die langen Beine der *Thyas*larve weisen besonders in ihren Endgliedern starke Beborstung auf und endigen mit einer Kralle. Sie tragen den Charakter von Gehfüssen, die dazu bestimmt sind, den Tierkörper auf der Wasseroberfläche zu tragen. Die Zahl der Unterschiede liesse sich leicht verdoppeln. Kurz, die *Lebertia*larve trägt den Habitus eines Wassertieres, die *Thyas*larve gleicht jedoch ihren Verwandten auf dem Festlande, und mit *Kramer* lässt sich konstatieren, dass erstere viel früher in das flüssige Element eingewandert sein muss als letztere.

Noch eine Eigentümlichkeit der *Thyas*larve muss erwähnt werden. In der Mitte der ventralen Fläche, da wo bei der Imago das Geschlechtsorgan sich vorfindet, fanden sich bei noch nicht ganz zur Larve entwickelten Embryonen nebeneinander zwei kleine napfähnliche Gebilde, wie sie das spätere Genitalorgan aufweist. Sie scheinen vor dem Ausschlüpfen resorbiert zu werden. Ich konnte zwar die

Larven dieser *Thyas*spezies nicht untersuchen. Bei nahe verwandten Arten konnte dieses Organ während des larvalen Lebens nicht mehr entdeckt werden.

Welches ist nun das weitere Schicksal der beiden Larven? Die allgemein unter den Hydracarinologen verbreitete Ansicht ist die, dass die Milben die Zeit ihrer ersten Verpuppung auf irgendeinem Wassertiere verbringen. Die Tatsache aber, dass gewisse Arten, vor allem Bewohner kalter Bäche, Quellen und Seen, und unter diesen wieder einige *Lebertia*-Arten ihre Puppenruhe im Schutze der Blattachsen von Moosen oder unter Steinen, auch auf dem Grunde stehender Gewässer verbringen, möchte mich zur Vermutung verleiten, dass diese in keiner Weise zu zeitweiligem Parasitismus übergehen. Anders *Thyas*; bald nach dem Ausschlüpfen entsteigt die Larve dem Wasser und hält sich auf der Oberfläche sumpfiger Wasseransammlungen auf. Bei der ersten Gelegenheit befällt sie das ihr zusagende Insekt, in dessen Haut sie sich mittels der Mundwerkzeuge einbohrt und äusserst fest hält. Das Insekt aber trägt sie von Ort zu Ort, und während dieses Wanderlebens in einem gänzlich andern Medium macht sie ihre Umwandlung zur Nymphe durch. Ist diese weit genug fortgeschritten, so sucht sie wieder in das Wasser zu gelangen. Dazu dürfte sich besonders der Zeitpunkt eignen, wo das Insekt zur Laichablage sich auf die Wasseroberfläche niederlässt. Dass aber der Forscher, weil die Larve auf eine gewisse Zeit das Wasser verlässt, nicht immer den ganzen Verlauf der Entwicklung wird verfolgen können, findet darin seine direkte Bestätigung, dass die ganze zweite Entwicklungsperiode von *Thyas* noch unbekannt ist. Diese kann jedoch an *Lebertia* verfolgt werden.

Mit dem Eintritt der Puppenruhe beginnt die zweite Periode der Entwicklung. Sie wird eingeleitet durch das Nymphochrysalidenstadium. Das Tier erscheint völlig leblos. Es hat seine Beine weit gespreizt; sie stehen in gestreckter Haltung vom Körper ab. Dieser schwillt beträchtlich an. Unter der Haut bilden sich die bereits während des Schadonophanstadiums auftretenden vacuolisierten Zellen. Sie sind es, welche nach *Henking* die Haut von der darunterliegenden Körpermasse abtrennen. Letztere zieht sich aus Palpen und Beinen zurück, bis die Chitinscheiden ganz entleert sind, und ballt sich im Innern zu einem ovalen Klumpen zusammen. Es tritt eine Histolyse der Gewebe ein; gewisse Organe werden aufgelöst und wieder neugebildet. Andere, so vor allem der Lebermagen, scheinen ihr nicht unterworfen zu sein. Wohl aber muss eine beträchtliche Vermehrung der ganzen Körpermasse eintreten. Frühzeitig entsteht unter der Larvenhaut das Apoderma. Ihm fällt die Aufgabe zu, die sich in ihm entwickelnde Nymphe bis zu ihrem Austreten zu umgeben und

zu schützen. Das Nymphochrysalidenstadium ist aber in das Nymphophanstadium übergegangen. Da die Nymphe die Larve an Grösse übertrifft, so wird, ähnlich wie im Ei, das Apoderma eine grössere Oberfläche aufweisen als die es umschliessende Larvenhaut, unter der es deshalb zunächst reichlich in Querfalten gelegt daliegt. Das wachsende Tier verursacht mit der Zeit das Sprengen der Larvenhaut, wodurch das Apoderma seine ihm zugedachte Ausdehnung einnehmen kann. Während es sich zur eiförmigen Hülle aufbläht, lösen sich einzelne Teile der geborstenen Larvenhaut los und fallen ab. Die leeren Bein- und Palpenhüllen werden meist abgeworfen. Ihnen folgen die Hüftplatten etc., und in den günstigsten Fällen bietet das nun freiliegende Apoderma die Möglichkeit, seinen Bau genauer zu untersuchen. Seine Oberfläche ist nicht glatt; je nach der Art trägt sie spitze, stumpfe, kurze oder längliche Papillen, auch Chitinleistchen. Sie weist aber noch ein zweites Charakteristikum auf: in der Mitte der ventralen Fläche liegen nebeneinander zwei kleine Näpfe von ähnlichem Bau wie die Genitalnäpfe, also an der gleichen Stelle, wo bei der Nymphe und bei der Imago das Geschlechtsorgan zu suchen sein wird. Die beiden Näpfe sitzen in einer papillenfreien Zone auf kurzen Stielen der Haut direkt auf und stehen nach innen in keiner Weise mit der sich entwickelnden Nymphe in Verbindung. Meines Wissens ist dieses Organ in der Literatur noch nirgends erwähnt; ich möchte es deshalb als *Nymphophanorgan* bezeichnen.

Im Innern der Apodermahülle entwickelt sich die Nymphe weiter. Die vacuolisierten Zellen nehmen an Zahl ab. Die Körpermasse wird mit einer Epidermis versehen. Es sprossen Auswüchse hervor, aus denen sich die Beine und Palpen bilden. Bereits sind vier Beinpaare vorhanden wie bei der Imago, und bei der nachfolgenden Abgrenzung der einzelnen Glieder erkennt man, dass jeweilen sechs Glieder angelegt werden. Frühzeitig bemerkt man die Augen, deren Pigment scheinbar direkt von der Larve auf den Nymphenkörper übergeht. Auf der Ventralfläche treten die Hüftplatten deutlich hervor, die bei *Lebertia* eine zusammenhängende Platte bilden. Hinter ihnen entsteht das provisorische Genitalorgan, bestehend aus vier kurzgestielten Näpfen, die im Viereck stehen und von zwei halbkreisförmigen Spangen aus Chitin eingefasst werden. Von einer Genitalöffnung ist noch keine Spur vorhanden. Mit der Zeit füllt die Nymphe den grössten Teil des Hohlraumes unter dem Apoderma an, ein orangegefärbter bis hellroter Körper in einer weisslichen Hülle. Ihre beiden hintern Beine sind auf der Ventralseite nach vorn umgeschlagen, die beiden vordern Extremitäten werden nach hinten umgebogen. Bald werden kleine Bewegungen einzelner Glieder wahrgenommen. Diese werden von Tag zu Tag deutlicher

und zuletzt so stark, dass das Reissen der Apodermahülle erfolgt und die Nymphe durch die Öffnung auszutreten vermag.

Bei der *Thyas*nymphe interessiert vor allem das provisorische Genitalorgan, das auf der mittleren Bauchseite seine Lage hat. Es besteht aus vier ziemlich langgestielten Näpfen, die auch im Viereck angeordnet sind, und seitlich von je einem chitinösen, mit wenigen Börstchen besetzten Leistchen eingefasst werden, aus dem später die Genitalklappe entstehen wird.

Die Lebensweise der Nymphe ist nicht sehr von derjenigen der Imagines verschieden. Während der ganzen Dauer ihrer Existenz hält sie sich im Wasser auf; sie ist ein ausgesprochener Bewohner des Wassers. Wie lange das nymphale Leben dauert, konnte nicht bestimmt werden.

Vor der eintretenden dritten Entwicklungsperiode zieht sich das Tier an einen geschützten Ort zurück, sucht einen Unterschlupf in den Achsen der Moosblättchen oder unter Steinen. Es wiederholt sich nun in ganz analoger Weise der eben für die Metamorphose der Larve in die Nymphe beschriebene Prozess. Die Teleiochrysalide ruht scheinbar leblos mit weit auseinandergestreckten Beinen. Vacuolisierte Zellen treten auf. Der Körperinhalt ballt sich in der geblähten Nymphenhaut zusammen, nachdem Beine und Palpen entleert worden sind. Mit dem Auftreten des Apoderma beginnt das Teleiophanstadium. Die apodermale Hülle dehnt sich aus, sprengt das Kleid der Nymphe, welches sich fetzenweise loslöst und sich der Bein- und Palpenhäute entledigt. Im Innern geht die Neubildung der Imago vor sich. Unter der neugebildeten Epidermis erkennt man eine Anzahl dunkler Flecken, die halbkreisförmig die vordere Ventralfläche einnehmen. Sie sind die Ursprungsstellen der hervorsprossenden Extremitäten und des Maxillarorgans. Ungefähr die Mitte der Bauchseite nimmt das äussere Genitalorgan ein. Es besteht bei der geschlechtsreifen *Lebertia* aus einer Spalte, welcher jederseits in einer Reihe hintereinander drei Genitalnäpfe folgen. In geschlossenem Zustande überdecken die beiden seitlich befestigten Chitinklappen das ganze Organ. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Thyas:* drei Paare hintereinanderliegender Näpfe neben der Geschlechtsöffnung, welche durch vorgewölbte Lefzen verschlossen sind. Während die beiden vordern Napfpaare kurzgestielt und durch einen weiten Abstand getrennt sind, so sitzt das hintere Paar auf längerm Stiele und ist nur wenig vom mittleren entfernt. Zwei seitlich befestigte Genitalklappen vermögen einen Teil des Geschlechtsfeldes zu bedecken.

Noch bleibt das dritte Apoderma etwas genauer zu betrachten. In beiden Genera erweist es sich wieder als eine mit Papillen oder Chitinleistchen bedeckte Haut. Ihr eigentümlichstes Merkmal besteht

aber im Besitz eines wieder die Mitte der ventralen Fläche einnehmenden Organes, welches ganz an ein in Entwicklung begriffenes Geschlechtsorgan erinnert. Dieses, das *Teleiophanorgan*, ist wie das Nymphophanorgan bis zum heutigen Tage unbekannt geblieben. Bei der Gattung *Lebertia* besteht es aus zwei ovalen, von schwachen Chitinbogen umgebenen Stellen des Apoderma, welche in ihrem hintern Teile zwei Näpfe, meist von ungleicher Grösse tragen. Vor ihnen kann man bei gewissen Arten hie und da noch zwei oder vier jedoch viel kleinere Näpfe wahrnehmen; bei andern Arten finden sich nur noch deren Ansatzstellen vor. Bei *Thyas* aber besteht es aus drei gutentwickelten, hintereinander liegenden Napfpaaren. Die beiden vordern stehen wie bei der Imago in der Grösse etwas hinter dem dritten zurück. Sie sind auch kürzer gestielt. Zwischen den beiden Napfreihen erheben sich, durch eine mediane, longitudinale Furche getrennt, zwei lefzenartige Vorwölbungen des Apoderma. Ihr Papillenbesatz ist viel dichter als auf den übrigen Partien der Hüllmembran. Die longitudinale Furche bezeichnet die spätere Lage der Genitalöffnung; ein Durchbruch findet aber auf dem Teleiophanstadium nicht statt.

Beim Vergleich der beiden Teleiophanorgane fällt sofort auf, dass dasjenige von *Thyas* noch bedeutend besser entwickelt ist als dasjenige von Lebertia. Die Ähnlichkeit des erstern mit dem Genitalorgan der Imago ist frappant. Bei *Lebertia* dagegen kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass ihr Teleiophanorgan in Verfall begriffen ist. Es darf wohl angenommen werden, dass in frühern Generationen sämtliche sechs Näpfe in gleich ausgezeichneter Weise angelegt wurden. Wahrscheinlich infolge Nichtgebrauches verkümmert ein Teil nach dem andern, sodass heute nur noch wenige Reste vorhanden sind. Auch hierin dürfen wir wohl einen weitern Beleg für *Kramers* Ansicht erkennen, es seien gewisse *Hydracarinen* früher als die andern ins Wasser eingewandert.

Nach vollendeter Entwicklung verlässt die Imago das Apoderma, nachdem sie es aufgebrochen hat.

Für mich unterliegt es keinem Zweifel mehr, dass sowohl das Nymphophanorgan wie auch das Teleiophanorgan Stadien im Entwicklungsgange des Genitalorgans darstellen. Dafür spricht nicht nur die stets gleichbleibende Lage auf der Mitte der Ventralseite, die mit derjenigen des provisorischen Genitalorgans der Nymphe und mit dem definitiven der Imago übereinstimmt, sondern auch der Aufbau der beiden Organe selber, besonders die Näpfe, bei *Thyas* die lefzenartigen Vorwölbungen im Teleiophanstadium, die Chitinbogen, die als Vorläufer der Genitalklappen aufgefasst werden können. Ob die beiden Näpfe im Schadonophanstadium, welche bisher nur bei

einigen Embryonen derselben Art entdeckt worden sind, als Vorstufe des ganzen Entwicklungsganges betrachtet werden dürfen, mag vorläufig dahingestellt bleiben. Die vom Genitalorgan durchlaufenen Stadien sind also folgende: Nymphophanorgan, provisorisches Genitalorgan, Teleiophanorgan, definitives Genitalorgan, wovon man sich leicht durch direkte Anschauung bei günstigen Objekten überzeugen kann. Im Nymphophanstadium liegen zwei Organe übereinander: auf dem Apoderma das zweinäpfige Nymphophanorgan, darunter auf der neugebildeten Nymphenhaut das provisorische Genitalorgan. Im Teleiophanstadium liegen sogar drei Organe übereinander: zuoberst, auf der abfallenden Nymphenhaut, das provisorische Organ der Nymphe mit vier Näpfen, darunter, auf dem Apoderma, das sechsnäpfige, oder durch Reduktion vier- oder zweinäpfige Teleiophanorgan, und zuunterst, auf der neugebildeten Epidermis der Imago, das sechsnäpfige, völlig entwickelte Organ. Mit der fortschreitenden Entwicklung geht also eine Erhöhung der Napfzahl Hand in Hand.

Ähnliche Beobachtungen wurden bei einer weitern sechsnäpfigen Hydracarine, einem Vertreter der Bachfauna, gemacht. Es ist die Gattung *Sperchon,* welche sich *Lebertia* näher anzuschliessen scheint als *Thyas,* weil auch da die Näpfe des Teleiophanorgans meist nur in reduzierter Zahl, nämlich zwei, auftreten.

Es mögen schliesslich noch einige Fälle angeführt werden, die sich nicht auf sechsnäpfige Milben beziehen; sie bestätigen jeweilen die Ansicht, Nymphophan- und Teleiophanorgan seien frühe Stadien in der Entwicklung des Genitalorganes und dass die Napfzahl mit fortschreitender Metamorphose zunimmt. Von diesen Formen kenne ich jedoch nur die dritte Entwicklungsperiode.

Die Nymphe einer nahen Verwandten der von *Claparède* so ausführlich beschriebenen *Unionicola bonzi (Clap.)* ist am medialen Hinterrand der Ventralfläche mit zwei Paaren grosser Näpfe ausgezeichnet. Die Napfzahl erhöht sich auf dem Teleiophanstadium auf sechs. Ihre Lage ist dieselbe, dagegen hat ihre Grösse eine Reduktion erfahren. Das erwachsene Tier besitzt wieder zehn grosse Näpfe an derselben Stelle wie die vorausgegangenen Stadien.

Die Nymphe von *Aturus scaber Kramer* trägt am hintern Körperrande ventral zwei Napfpaare. Das Teleiophanorgan besteht jederseits aus zwei Reihen winziger Näpfe, je 16 bis 17 an der Zahl, während die Imago zu beiden Seiten der Genitalspalte und längs des Körperrandes mit einer ähnlichen Anzahl grösserer Näpfe ausgerüstet ist.

Hydrovolzia placophora (Monti) besitzt im erwachsenen Zustand und als Nymphe gar keine Näpfe. Ihr Genitalorgan ist weit

nach vorn verlagert. Ich hatte zweimal die Gelegenheit, die Entwicklung während der dritten Periode zu verfolgen und unterzog besonders auch das Apoderma einer genauen Untersuchung. Dieses trug keine Näpfe, zeigte aber weit vorne auf der ventralen Fläche ein Organ, welches dem Teleiophanorgan entsprechen dürfte. Es besteht aus drei kleinen in einer querliegenden Reihe sich befindliche und von Chitinringen umfasste Stellen, die auf der Innenseite der Apodermahülle zum Ausgangspunkte eines röhrenförmigen, häutigen Anhanges von geringer Länge werden.

Die eben geschilderten Verhältnisse betreffen bis auf eine Ausnahme Formen fliessender Gewässer. Es ist jedoch kein Grund vorhanden, sie den Formen der Seen und Weiher abzusprechen. Ich bin überzeugt, dass jede Milbe Nymphophanorgan und Teleiophanorgan während der Puppenruhen ausbildet, es wäre denn, die beiden Organe seien schon so in Verfall geraten, dass von ihrer Anlage keine Spur mehr vorhanden ist. Ich habe vier verschiedene Arten in dieser Hinsicht untersuchen können und jedesmal vollständig analoge Verhältnisse vorgefunden. Sie betreffen die weiter oben genannte *Unionicola*, eine *Pionacercus*-Art und zwei verschiedene Vertreter des Genus *Lebertia, Lebertia rufipes Koen.* und *Lebertia cognata Koen.* aus Hochalpenseen.

Wenn aber Nymphophanorgan und Teleiophanorgan wirklich frühe Stadien des Genitalorganes sind, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, welchen Zweck sie als einzige Organe auf einer membranösen Hülle zu erfüllen haben, Organe, die ausserdem bei verschiedenen Arten als im Verfall begriffen erkannt worden sind. Funktionellen Wert können sie gewiss keinen besitzen. Ob ihnen sekundär eine andere Aufgabe zugeschrieben worden ist, kann auch kaum angenommen werden. Sie sind ja verurteilt, in kürzerer oder längerer Zeit zu verschwinden. Aber eben dieser Punkt vermag vielleicht die Spur zu weisen, wenn nämlich angenommen wird, dass sie früher nicht die einzigen Organe auf dem Apoderma darstellten, sondern auch Beine, Mundwerkzeuge, Palpen etc. vorhanden waren, dass sogar die nun ruhenden Stadien Beweglichkeit besassen. Schon *Kramer* hat sich die Frage vorgelegt, ob die nur von einem Apoderma umgebenen Schadonophan-, Nymphophan- und Teleiophanstadien als gleichwertige mit den freilebenden aufzufassen seien. Wenn nach den Entwicklungsverhältnissen bei andern Milbenfamilien Ausschau gehalten wird, so gewinnt diese Auffassung bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Wir finden z. B., dass sich bei den *Oribatiden* zwischen Ei und Imago ausser der Larve drei Nymphen einschalten. Bei einer Reihe anderer Familien werden bloss zwei Nymphen ausgebildet. Bei den *Tarsonemiden* geht sogar das geschlechtsreife Tier direkt aus

der Larve hervor; alle Nymphenstadien werden hier unterdrückt. Soviel ist jedoch gewiss, dass die meisten Milbenfamilien mehr Nymphenstadien ausbilden als die *Hydracarinen*.

Es liegt nun auf der Hand anzunehmen, dass auch bei den *Hydracarinen* früher eine grössere Anzahl freilebender Stadien zwischen Larve und Imago eingeschaltet war. Es trat nicht allein *eine* Nymphe in der Entwicklungsreihe auf; es dürften ihrer *drei* vorgekommen sein. Früher ist das Nymphophanstadium eine freilebende erste Nymphe gewesen, die in Form des Nymphophanorganes einen Vorläufer des Geschlechtsorganes besass, aber auch mit Beinen, Epimeren, Mundwerkzeugen ausgerüstet war. Das Apoderma ist der Körperhaut dieser ersten Nymphe gleichzustellen. Die weitere Entwicklung der ersten Nymphe ging sehr rasch vor sich und zwar in direkter Weise ohne Bildung einer apodermaähnlichen Membran, so wie sie noch heute bei den *Tetranychiden* beobachtet wird. Der ausschlüpfenden zweiten Nymphe entspricht die jetzige freilebende Nymphe, welche nach einer analogen Verwandlung zur dritten Nymphe umgebildet wurde, dem heutigen Teleiophanstadium. Apoderma und Teleiophanorgan stellen die letzten Überreste dieser dritten Nymphe dar, die ausserdem Beine, Mundwerkzeuge etc. besass. Heute sind nun alle Organe der ersten und dritten Nymphe zurückgebildet worden; Nymphophanorgan und Teleiophanorgan und Apoderma erinnern allein noch an die vergangenen Zeiten, und auch deren Fortbestehen ist ernstlich gefährdet. Ihr Verfall ist bei den frühen Einwanderern ins Wasser schon ausgeprägter als bei den Formen, deren Übertritt ins flüssige Element weniger weit zurückgreift.

Wenn die Kenntnis der *Hydracarinen*entwicklung zahlreiche stammesgeschichtliche Probleme bei den Wassermilben ihrer Lösung näher zu bringen vermag, so dürfte sie uns in gewissen Fällen auch die Mittel in die Hand geben, biologische Fragen zu beantworten. Die Frage: „Wie hat die aquatile Tierwelt nach den Eiszeiten das Hochgebirge erreicht?“ beschäftigt die Forscher immer noch, und die Vertreter der passiven Verbreitungsart haben sich noch immer nicht mit den Fürsprechern der aktiven Wanderung geeinigt.

Für die Verbreitung der Wassermilben spielt die zweite Entwicklungsperiode eine grosse Rolle. Es wurde weiter oben die Beobachtung festgestellt, dass die *Thyas*larven sich an Insekten zur Vornahme ihrer ersten Puppenruhe festheften, dass aber die Nymphophanstadien von *Lebertia* an Moosblättchen ihre Entwicklung zur Nymphe durchmachen, sich also keiner Wirtstiere bedienen, die sie gleichzeitig einer andern Lokalität zuführen würden. Es scheint also, dass sich *Thyas* auf passive, *Lebertia* aber auf aktive Weise verbreite. Inwiefern diese Ansicht zutrifft, kann heute nicht entschieden werden; unsere Kennt-

nisse in dieser Frage sind noch viel zu dürftig. Trotzdem seien einige Bemerkungen gestattet.

Sehr zahlreich sind die Fälle, wo *Hydracarinen*larven als Parasiten anderer wirbelloser Tiere, aber auch von Wirbeltieren festgestellt worden sind. Allgemein hält man dafür, dass alle Arten eine gewisse Zeit ihres jugendlichen Lebens parasitisch verbringen, und dass eben diese Periode dazu benützt wird, andere Wohnorte zu beziehen. Wohl die meisten *Hydracarinen* bedienen sich dieser Art, sich von einem Gewässer zum andern tragen zu lassen, vor allem die Formen der Seen und Weiher. Auf der ruhigen Wasseroberfläche warten sie das Erscheinen desjenigen Tieres ab, dem sie sich anvertrauen wollen. Mit Hilfe geflügelter Insekten und der Vogelwelt erobern Formen der Tiefebene die hochgelegenen Alpenseen und vermögen sich, ihrer grossen Resistenz wegen, an die so verschiedenen Verhältnisse anzupassen. Auch Arten, welche in ähnlichen Lokalitäten wohnen wie *Thyas*, gelingt es ohne Mühe, sich an die ausschlüpfenden Mücken und Fliegen festzusetzen.

Wie aber vollzieht sich die Verbreitung derjenigen Wassermilben, welche im schäumenden Bach mit stetig bewegter Oberfläche zu Hause sind? Ist ihnen Möglichkeit geboten, sich passiver Transportmittel zu bedienen oder sind sie darauf angewiesen, aktiv zu wandern? Auf den ersten Blick scheint keine der beiden Arten in Betracht fallen zu können, und doch liegen Beobachtungen darüber vor, dass beide Wege beschritten werden. *Taylor* berichtet von *Hydracarinen*larven, die er in den Puppengehäusen einer *Tendipedide* fand, und die sich am Thorax der Puppe festgeklammert hielt. Wenn die Puppe zum Ausschlüpfen an die Wasseroberfläche schwimmt, so nimmt sie die *Hydracarinen*larve mit. Sobald die Puppenhaut platzt, schwingt sich die Milbenlarve auf das ausschlüpfende Tier und wird von ihr im Fluge mitgeführt. *Kieffer, Thienemann* und andere Forscher haben in mehreren Fällen Larven von Wassermilben an *Phryganiden*puppen gesehen. Wenn es ihnen jedoch nicht gelungen ist, *Taylors* Angaben zu bestätigen, so machen es ihre Beobachtungen doch sehr wahrscheinlich, dass auch in diesen Fällen die ausschlüpfenden Imagines von den auf diesen Moment harrenden Milbenlarven befallen worden wären. Für die aktive Wanderung spricht das Auffinden von Milben an fast senkrechten, von reissendem Wasser überfluteten Stellen, wohin die Tiere gewiss nicht von Insekten haben hingetragen werden können.

In allen Fällen, wo sich die Milbe zur Verbreitung durch Insekten forttragen lässt, werden wir das Nymphophanstadium nur selten zu Gesicht bekommen. Was muss aber von *Lebertia* gehalten werden, deren erste Puppen aus dem Moos in manchmal grossen Mengen

herausgelesen werden können? Wir dürfen nicht annehmen, dass sich ihre Larve nur für wenige Momente einem Insekt anvertraut, von ihm fortgeführt wird und sich dann fallen lässt und am neuen Ort ihre Entwicklung beendet. Sie würde zweifellos in den meisten Fällen von den Fluten mitgerissen werden. Noch weniger wahrscheinlich ist wohl der Fall, wo die Milbe mitten in der Verpuppungsperiode das Insekt verlässt. Es haftet zu fest an dessen Körperdecke. Zudem ist es bewegungslos, und es dürfte ihm deshalb wohl selten gelingen, den günstigsten Moment zur Rückkehr ins Wasser zu benützen. Auch ist nicht denkbar, dass sich die Apodermahülle am Insekt aus der alten Larvenhaut herausschält. Die aufgefundenen Nymphophanstadien waren stets noch mit der Larvenhaut versehen. Jedesmal würde aber die ins Wasser gelangende Puppe der Gefahr des Fortschwemmens nicht entrinnen, da sie sich nirgends festhalten kann. *Gewisse Arten von Lebertia scheinen also ihre Entwicklung vollständig im Wasser durchzumachen.* Für sie würde dann folglich auch die passive Verbreitung nicht in Betracht fallen. Es dürfte sich aber hier nicht nur um eine noch grössere Anpassung der betreffenden Formen an das Wasserleben in *Kramer*'schem Sinne handeln, sondern auch um eine Lokalisierung dieser Arten. Soweit unsere Kenntnisse einen Schluss zulassen und unter der Voraussetzung, dass die Annahmen der Wirklichkeit entsprechen, kann dem Gesagten eine gewisse Berechtigung nicht abgesprochen werden. Die Namen der in Frage kommenden Spezies nennen zum grössten Teil Vertreter des Genus *Lebertia: Lebertia zschokkei Koenike, Lebertia maculosa Koen., Lebertia tuberosa Thor,* drei Formen, die jede Quelle manchmal zu Hunderten enthält, wahrscheinlich auch *Lebertia rufipes Koen.,* die in allen hochgelegenen und kalten alpinen Becken und in der Tiefe der grossen subalpinen Seen massenhaft auftritt. Aber auch von einer *Sperchon*art besitze ich einige aus Bächen der nordschwedischen Hochgebirge stammende Nymphophanstadien. Alle diese Arten vermögen nur an solchen Lokalitäten zu leben, die ihnen Wasser von konstant tiefer Temperatur zu bieten vermögen. Sie sind wohl die Stenothermen unter den Stenothermen. Ihr heutiges Verbreitungsgebiet scheint auf die Alpen beschränkt zu sein. Voreiszeitlich sind sie alpinen Ursprungs, haben während der Eiszeit am Rande der Gletscher gelebt und sind den zurückgehenden Eismassen wieder auf dem Fusse gefolgt. Sie halten sich heute noch in deren unmittelbarer Nähe auf, an Stellen, die ihnen allein ein Lebensoptimum darbieten. Ihre Anpassungsfähigkeit an höhere Temperaturen ist gering. Sie müssen lokalisiert bleiben und haben die passive Wanderung ganz aufgegeben.

Manuskript eingegangen 19. Oktober 1916.

Über neue Skapolithfunde in den Schweizeralpen.

Von

H. Preiswerk.

Historisches.

Mineralien aus der *Skapolithgruppe* sind in den *Schweizeralpen* bis jetzt nur selten gefunden worden. Bis vor wenigen Jahren waren solche Vorkommen noch ganz unbekannt.

Diese Armut an Skapolith in den Schweizer- und auch Piemonteser-Alpen ist besonders auffallend, wenn man die Alpen in dieser Hinsicht mit den *Pyrenäen* vergleicht, die doch sonst mit den Alpen so viele Analogieen aufweisen. Die Pyrenäen sind das „Skapolithland par excellence". Die Skapolithe finden sich dort an sehr zahlreichen und geologisch überaus mannigfaltigen Fundorten, die schon seit längerer Zeit hauptsächlich durch *J. de Charpentier* [1] bekannt gemacht und dann u. a. besonders durch *A. Lacroix* mineralogisch beschrieben worden sind [8, 9, 11]. Der Skapolith — von den französischen Mineralogen wesentlich als „Dipyr" und „Couseranit" bezeichnet — finden sich in den Pyrenäen vielfach in metamorphen Gesteinen, die manchen inneralpinen Gesteinen zum Verwechseln ähnlich sehen. Dies bezieht sich ganz besonders auf metamorphe dunkle Knotenschiefer von St. Beat, Saleix und Seix im Ariège u. a. O., die den alpinen Knotenschiefern am Nufenpass gleichen.

Charpentier hat die Knoten resp. Stengel jener Pyrenäengesteine Couseranit genannt, eine Skapolithspezies, die später von *Zirkel* mit dem Dipyr vereinigt wurde [12, pag. 170—171].

In den *Nufenenschichten* hat *Charpentier* im Jahre 1814 mit *Lardy* den berühmten Belemnitenfund gemacht, der diese Schichten als Jura erkennen liess [3]. Die schwarzen Knoten und Stengel, die an der angewitterten Oberfläche der Nufenenschiefer heraustreten und die der genaueren Bestimmung erhebliche Schwierigkeiten bereiten, hat er in Analogie mit den Pyrenäengesteinen als *Couseranit* aufgefasst [4].

Dies wäre der erste Skapolithfund in den Schweizeralpen gewesen. Die Auffassung *Charpentiers* bestätigte sich jedoch nicht. Die fraglichen Gebilde wurden von *Marignac* [5] analysiert. *K. v. Fritsch* [6] hielt es nach dieser Analyse für sehr unwahrscheinlich, dass Couseranit vorliege und dachte eher an Zeolith. Eine genauere optische Untersuchung hat erst *C. Schmidt* ausgeführt und kommt auf Grund derselben zu dem Schluss, dass die prismenförmig herauswitternden Stengel der Nufenenschichten *Zoisit*kristalle darstellen [10], deren Pinakoide mit den Längsflächen der Stengel zusammenfallen.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts erst wurden dann da und dort in den Schweizeralpen und den angrenzenden Teilen der Italienischen Alpen einzelne Funde von richtigem Skapolith gemacht. 1903 [13] fand *G. Spezia* „*Wernerite*" im *Simplontunnel*. Er erwähnt ihn ohne nähere Beschreibung aus den hochmetamorphen anhydritführenden Triasgesteinen, die den Antigoriogranitgneis im südlichen Teil des Tunnels umhüllen. — Ein skapolithführendes Stück aus jenen Triasgesteinen, das mir vorliegt [siehe 21, pag. 28], zeigt die gelbliche Skapolithsubstanz teils unregelmässig verteilt zwischen den groben Gemengteilen des Gesteins: Calcit und Dolomit, Quarz, Biotit und Chlorit, teils in 3—4 cm langen Prismen, deren Flächen meist von glänzenden Muscovitschüppchen bedeckt sind. Die ursprüngliche Skapolithsubstanz scheint völlig umgewandelt zu sein. Jetzt bestehen die quadratischen Prismen aus einer ziemlich weichen, hellgelblichen bis weissen Masse, in der sich Talk und Calcit nachweisen lässt.

Weitere Funde wurden ebenfalls in Triasgestein gemacht.

Der reichste bis jetzt bekannte Fundort von „*Dipyr*" wurde 1904 von *A. Stella* in weissem Dolomit der Trias bei *Valdo* im Formazza (Tosatal) entdeckt [15]. Dieses Vorkommen soll unten näher beschrieben werden. Professor *C. Schmidt* und ich haben mehrmals die Stelle besucht und Material gesammelt, dessen Bearbeitung *C. Schmidt* begonnen hat. Für die gütige Überlassung seiner bisherigen Untersuchungsresultate statte ich hiemit meinen besten Dank ab.

In den mineralreichen Dolomitschichten des *Campolungopasses* wurde 1907 von *G. Linck* [16] *Mejonit* beobachtet. Nähere Angaben fehlen.

Desgleichen hat man im zuckerkörnigen Dolomit der weltbekannten Minerallagerstätte am Längbach im *Binnental* in Hohlräumen des Gesteins prismatische Gebilde gefunden, die ihrer Form nach wohl als Skapolith anzusprechen sind. *Desbuissons* gibt von dieser Stelle [18] *Pseudomorphosen* von Dolomit und Talk nach *Skapolith* an. Durch die Freundlichkeit von Herrn *H. Sulger* in Basel hatte ich Gelegenheit, eine solche Pseudomorphose zu sehen. Die Formen der quadratischen Prismen erster und zweiter Stellung sind

wohl daran zu erkennen. Die ziemlich ebenen Flächen sind von glänzenden Talkschüppchen überzogen. Die Hauptmasse des etwa 2 cm langen Kristalls besteht aus einem wirrblättrigen Gemenge von Talkschuppen und andern Umwandlungsprodukten, vorwiegend Carbonaten.

In neuster Zeit ist *Skapolith* nun mehrfach als *mikroskopischer Gesteinsgemengteil* im Simplongebiet und in den Tessineralpen gefunden worden. *E. Gutzwiller* [19 und 20] hat 1912 den Skapolith in mehreren metamorphen Gesteinen des *südlichen Tessin* nachgewiesen, die in der Zone der von ihm als Injektionsgneise bezeichneten Gesteinsgruppe liegen: im Kalksilikatfels von Castione, sowie den von Contra im Val Verzasca, im Marmor von Frasco im Val Verzasca und mehreren andern Marmorvorkommen [20] und endlich in Hornblende-Skapolithgneis von Bellinzona [19]. Besonders beachtenswert erscheint mir das Zusammenvorkommen des Skapolith mit Augit (Diopsid) in den von *Gutzwiller* beschriebenen Hornfelsen, da diese Mineralkombination für die hohe Intensität der allgemeinen Metamorphose dieser Region und ihre Tiefenstufe bezeichnend ist [vergl. 21 pag. 30, sowie 15 pag. 36].

Der *Verfasser* hat 1913 [21] Skapolith aus dem südlichen Teil des *Simplontunnels* beschrieben, wo er reichlich als mikroskopischer Gemengteil in den metamorphen Triassedimenten (4500—4613 m und 4795—4940 m ab Südportal) vorkommt, die dort in plagioklasführende Kalkschiefer und Skapolithgneise umgewandelt sind.

Bei den bis jetzt genannten Vorkommen war eine genauere Untersuchung der Skapolithsubstanz im einen Falle durch die innige Durchwachsung der mikroskopischen Gemengteile, im andern Fall durch die starke Umwandlung und Zersetzung verhindert. Auch die Untersuchung der grossen und zum Teil frischen Kristalle von Valdo bereitet wegen der zahlreichen mikroskopischen Einschlüsse erhebliche Schwierigkeiten.

Besseres Material liefern die *neusten Funde* in der obern *Leventina* d. h. im Tessintale zwischen Airolo und Faido. Hier findet sich der Skapolith an mehreren Stellen, im Gegensatz zu den bisher bekannten Fundorten, als Kluftmineral. Das Material ist dementsprechend leichter zu isolieren.

Das erste Vorkommen dieser Art wurde von *G. Klemm* entdeckt beim Sommerdörfchen *Valle* unterhalb des Ausflusses des Piorasees. Professor *Klemm* hatte die Freundlichkeit, mir den Fundort zu zeigen (6. August 1912).

Bei meinen geologischen Aufnahmen in diesem Gebiete habe *ich* hernach noch an folgenden weiteren Stellen Skapolith aufgefunden: 1. Am *Riale Fog* oberhalb Prato (25. Sept. 1912). 2. An der Gott-

hardstrasse unterhalb der *Dazio Grande-Schlucht* (23. April 1913). 3. Auf dem *Monte Piottino*, an der Fahrstrasse von Prato nach Cornone (7. Aug. 1915). 4. Im *Riale di Berri* (Ronco di Berri) im vordern Canariatale nahe bei Airolo (1. Sept. 1916).

Das beste bisher bekannte Material lieferte die Lokalität am Riale Fog, aus dem sich genügend reine Skapolithsubstanz zur Herstellung einer quantitativen Analyse gewinnen liess.

Die einzelnen Vorkommen in der Leventina sowie dasjenige von Valdo sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

Beschreibung des Vorkommens von Valdo und der neuen Fundstellen in der Leventina.

I. Skapolith im körnigen Dolomit der Trias bei Valdo im Val Formazza (Ossola, Italien).

Unterhalb Wald (Valdo) im Formazzatale findet sich auf der rechten Seite der Tosa gegenüber Tuffald ein Kalkofen, in welchem die Dolomit-Marmore der Trias, die in der Nähe anstehen, gebrannt werden. In angebrannten weissen Dolomitstücken fallen hie und da durchs Brennen rötlich gefärbte Prismen auf. *A. Stella* hat diese Gebilde entdeckt und als *Skapolith* erkannt.

Geologische Situation des Fundortes.

Die anstehenden Felsen, aus denen die Stücke stammen, finden sich in südwestlicher Richtung, etwas höher an der Tallehne, da, wo der waldige steile Hang beginnt. Es sind nach einer Skizze von *C. Schmidt* flach bergwärts fallende *Marmore*, die von Antigoriogneis überlagert werden. Diese Marmore finden sich gerade an der Stelle (vergl. Fig. 1), wo die gewaltige *Granitmasse des Antigoriogneis*, der weiter südlich fast das ganze Antigoriotal und den untern Teil des Formazza bildet, sein nördliches Ende erreicht und talaufwärts im Niveau des Talbodens von *Kalkschiefern der Juraformation* abgelöst wird. Die jurassischen Schiefer sind in ihren stratigraphisch tiefsten Teilen, also da wo sie an den Antigoriogneis grenzen, meist stark quarzitisch entwickelt. Diese *Quarzite* sind eventuell bereits als Trias aufzufassen. Sie bilden auf weite Strecken direkt das Hangende des Antigoriogranits in Vertretung der Triasmarmore. An einzelnen Stellen ist Quarzit auch zwischen Triasmarmor und Antigoriogneis beobachtet worden. Die eigentlichen Triaskalke und Dolomite sind in dieser Gegend nur sporadisch entwickelt (Fig. 1). Frag-

lich bleibt, ob ihr Aussetzen auf facielle Substitution durch den Quarzit, oder auf Ausquetschung durch tektonische Vorgänge zurückzuführen ist. Das tektonische Bild spricht für die letzte Auffassung.

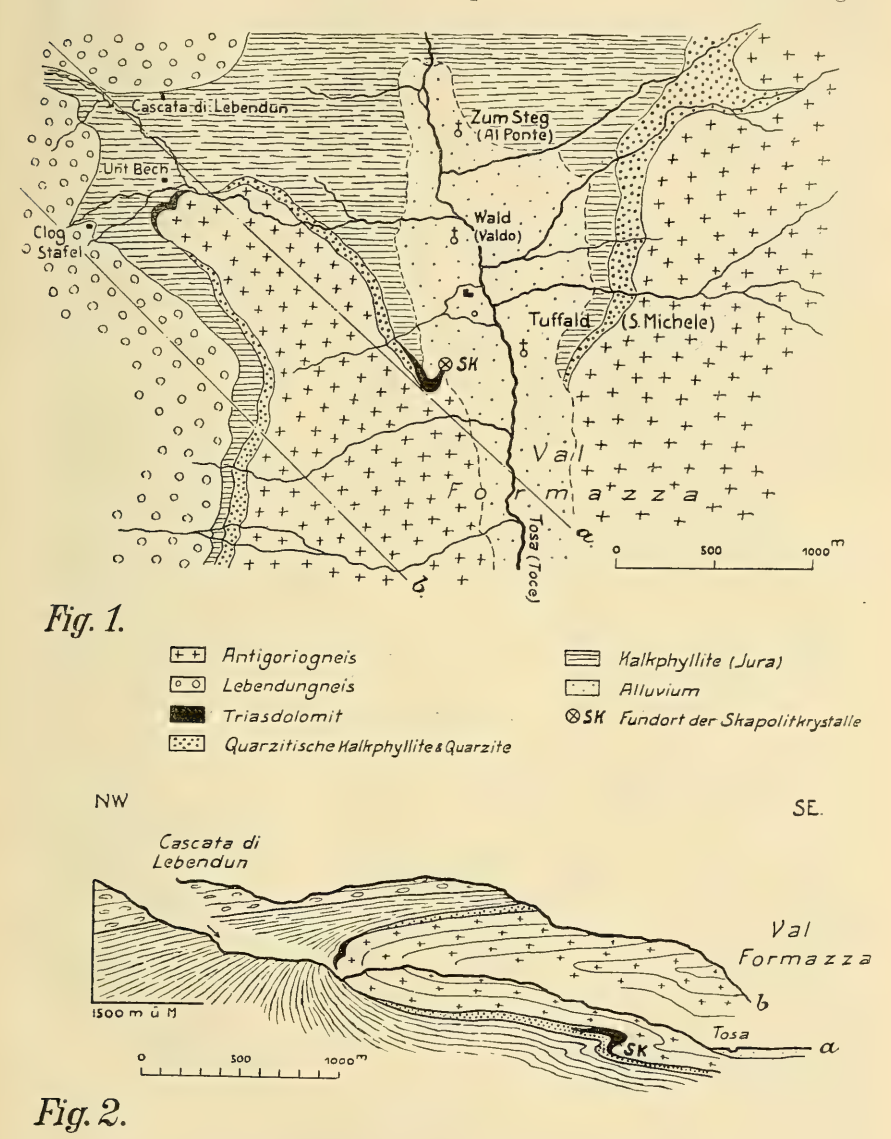


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 2 zeigt die *Lagerungsverhältnisse* in der Region des Skapolithmarmors von Valdo. Das tektonische Hauptelement ist die gewaltige antiklinale Gewölbeumbiegung des Antigoriogneis, die hier

in klassischer Weise aufgeschlossen ist und auf Fig. 2 durch die Profile a und b dargestellt wird (Profil b ist im Vordergrund, Profil a im Hintergrund zu denken). Die *flachliegende Gneisantiklinale* ist in die Masse der jurassischen Kalkschiefer eingepresst, die im Liegenden des Gewölbekerns in umgekehrter Lagerung den Gneis als „Mittelschenkel" unterteufen. Die Auflagerung des Gneis über die verkehrte Serie der mesozoischen Sedimente lässt sich vom Tosatal unterhalb Wald bis in die Gegend der Lebendunfälle nachweisen (Profil a). Diesem verkehrten *Mittelschenkel gehört auch der Skapolithmarmor von Valdo* an. Nach der Kartenskizze Fig. 1, die der geologischen Simplonkarte [17] entnommen ist, scheint der Marmor eine Umbiegung zu erleiden, deren hypothetischer Verlauf auf Profil a gezeichnet ist. Nordwärts keilt der Marmor aus, Quarzit stösst an den Gneis und erst im Scheitel der Gewölbeumbiegung bei „Unter Bech" ist wieder Marmor zwischen Schiefer und Gneis beobachtet worden (Fig. 1 und 2).

Diese Lokalisierung der Triasdolomite erweckt den Eindruck, dass dieselben an den gestreckten Faltenschenkeln ausgequetscht, an den Umbiegungen aber erhalten und aufgestaut worden seien.

Die geologischen Verhältnisse der weitern Umgebung der hier beschriebenen Lokalität sind in den Erläuterungen zur Simplonkarte [17] auf Tafel II, speziell auf Profil 4, dargestellt. Die intensive Verfaltung mesozoischer Sedimente mit den Gneismassen und die weitgehende Auswalzung sämtlicher Formationen kommt dort deutlich zum Ausdruck.

Der Skapolithmarmor.

Das den Skapolith führende Triasgestein von Valdo ist ein ziemlich feinkörniger heller *Dolomitmarmor* von bald braungelblicher, bald bläulicher, selten ganz weisser Farbe. Er nähert sich stark dem typischen „zuckerkörnigen" Dolomit vom Campolungo. Die hellbraungelbe Farbe ist z. T. bedingt durch die zahlreichen hellbraunen, durchsichtigen Phlogopitblättchen, die den weissen oder bläulichen *Dolomit* bald lagenweise, bald in vereinzelten Individuen durchschwärmen. Die Einförmigkeit des Gesteins ist stellenweise unterbrochen durch linsenförmige Ausscheidungen grobspätigen weissen Dolomits, die meist von gröberen Glimmerblättern begleitet sind, ferner durch Büschel und Garben von strohgelbem oder weissem *Tremolit,* die stellenweise handgrosse Flächen bedecken, und endlich durch die *Skapolithprismen,* die bald vereinzelt, bald zu divergent strahligen Büscheln lose vereinigt das Gestein durchspicken. Sie sind gelblich oder bläulich, je nach der Färbung des umgebenden Dolomits, der gewöhnlich in ihrer Umgebung glimmerfreie Höfe aufweist. Die Prismen er-

reichen oft mehrere Zentimeter in der Länge, im Durchmesser meist nur etwa 2 mm.

Mikroskopisch erscheint das Gestein in der Hauptmasse als ein gleichkörniges Gemenge von rundlichen Dolomitkörnern in typischer Pflasterstruktur (granoblastisch). Der Hauptbestandteil ist Dolomit, bestimmt durch den qualitativen Nachweis von viel Magnesia sowie die ganz schwache Effervescenz der Gesteine in kalter Salzsäure.

Weitere Bestandteile sind: Brauner Glimmer, Skapolith, Quarz, Tremolit, Turmalin, Pyrit.

Der *Glimmer* erscheint ebenfalls oft in rundlichen Körnern, meist aber etwas nach der Basis abgeplattet, wobei die Basis eine idiomorphe Begrenzung gegen den Dolomit bildet. Seine Färbung ist schwach. Der Pleochroismus: $\mathfrak{b}$ u · $\mathfrak{c}$ = licht gelbbräunlich, $\mathfrak{a}$ = farblos. Der Glimmer ist merkbar zweiachsig. Der Achsenwinkel aber äusserst klein. Mit dem Glimmer vom Campolungo scheint der vorliegende identisch und darf demnach wohl ebenfalls zum *Phlogopit* gestellt werden. Als Einschlüsse im Glimmer finden sich: Dolomit, Quarz, Turmalin und Pyrit.

Quarz findet sich nesterweise in körnigen Aggregaten. Er schliesst Hohlräume mit beweglichen Libellen ein. Die Libellen verschwinden beim Erwärmen auf 30° C., woraus auf das Vorhandensein flüssiger Kohlensäure geschlossen werden kann.

Der *Turmalin* bildet schlanke, meist farblose Säulen mit Querklüftung. Hie und da enthalten sie dunkle Kernkristalle, deren intensiver Pleochroismus in blaugrauen Tönen den Turmalin leicht erkennen lässt.

Tremolit erscheint vereinzelt in rosettenförmigen Aggregaten in Begleitung der Skapolithkristalle. Die Spaltstücke nach ∞ P zeigen 12° Auslöschungsschiefe.

*Rutil*körner finden sich da und dort verstreut; seltener zierliche Prismen mit Zwillingsbildungen nach 101.

Pyrit trifft man in glimmerreichen Lagen des Gesteins, während andere Lagen pyritfrei sind. Selten bildet er wohlgeformte Kristalle, meist runde Körner.

Zirkon in Körnern bildet nicht selten Einschlüsse im Skapolith.

Der Skapolith.

Mikroskopische Beschaffenheit. Aus dem Grundgewebe der beschriebenen Gemengteile heben sich als prachtvolle Porphyroblasten die Skapolithkristalle heraus (Fig. 3). Die isotropen Durchschnitte mit dem Austritt der optischen Achse von negativem Charakter stellen

Quadrate dar mit abgestumpften Ecken, wie dies auf der Photographie (Fig. 3) zu sehen ist. Die deutlichen Spaltrisse nach dem Prisma zweiter Stellung (100) verlaufen in der Diagonale der Quadrate, parallel den kleiner entwickelten kantenabstumpfenden Prismenflächen. Die dominierende Form ist also das Prisma erster Stellung (110). Spaltung nach 110 ist nur selten, in groben Rissen wahrnehmbar.

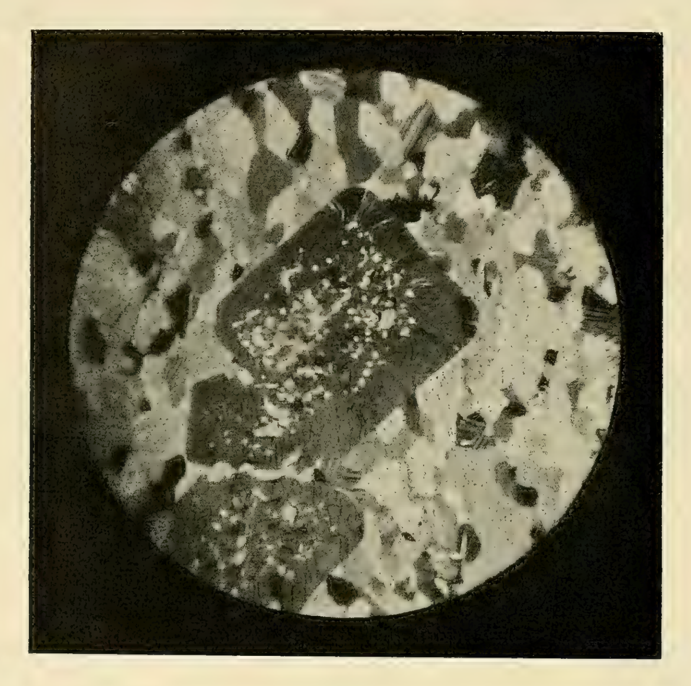


Fig. 3.

Porphyroblasten von *Skapolith* im feinkörnigen Trias-Dolomit von Valdo. (Vergrösserung 1 : 20 ca.)

Sehr zahlreich sind die *Einschlüsse* in den Skapolithkristallen. Sie häufen sich gewöhnlich im Zentrum so sehr, dass *Siebstruktur* entsteht, während eine Randzone oft ganz einschlussfrei ist (Fig. 3). Es sind vorwiegend ovale Körner von *Calcit* resp. Dolomit. Dass Calcit vorhanden ist, erweist die starke Effervescenz mit kalter HCl, die in den Skapolithdurchschnitten im Gegensatz zum umgebenden Gestein beobachtet wird. Ausser den Carbonaten finden sich noch sämtliche oben beschriebene Gesteinsgemengteile gelegentlich als Einschlüsse im Skapolith. Eine bis jetzt unbestimmte Substanz bildet da und dort im Skapolith runde Flecken, die durch etwas niedrigere Licht-

brechung, Isotropie und starke Bestäubung sich abheben. Die einzelnen Partikel der Bestäubung bestehen teilweise aus stark lichtbrechenden kleinsten Körnchen. Vermutlich handelt es sich um die Reste umkristallisierter Gesteinsteile, deren Pigment durch die Kristallisation des Skapolith auf einzelne Punkte konzentriert worden ist.

Optisches Verhalten und spezifisches Gewicht. Zur genauern Bestimmung und weitern Charakterisierung der Skapolithsubstanz ist noch folgendes beizufügen. Der *Brechungsindex* für ω wurde im Schliff zwischen ω und ε des Dolomits liegend gefunden. Bei Anwendung der Einbettungsmethode an ausgesucht frischen Körnern wurde gefunden: Farbenränder gleicher Intensität traten auf für ω bei Anwendung eines Gemisches gleicher Teile von Monobrombenzol und Nelkenöl, für ε bei Anwendung von Nitrobenzol. (Da vorwiegend Spaltblättchen nach ∞ P vorliegen, lassen sich ε und ω direkt mit dem Brechungsindex der umgebenden Flüssigkeit vergleichen.) Es ergeben sich daraus die *Brechungsindices* von $\omega = 1,5770$ ca.; $\varepsilon = 1,5486$, die *Doppelbrechung* zu 0,028 ca. Aus den Gesteinsschliffen wurde die Doppelbrechung im Vergleich mit Phlogopit durch Anwendung der Michel-Levy'schen Farbtafeln zu 0,034 bestimmt. Beide Bestimmungen weisen auf einen *Myonit-reichen Skapolith mit hoher Licht- und Doppelbrechung hin.*

Das *spezifische Gewicht* wurde an möglichst frischen Prismen mit der Westphälschen Wage bestimmt und in einem Falle zu 2,672, in einem andern zu 2,692 gefunden. Eine ganz genaue Gewichtsbestimmung für die Skapolithsubstanz ist nicht durchführbar wegen der Einschlüsse einerseits, die eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes (Calcit = 2,714) bedingen, sowie wegen der Zersetzung andrerseits, die im allgemeinen das spezifische Gewicht des Skapolith erniedrigt. Die Fehler heben sich somit teilweise auf, sodass die Bestimmungen immerhin brauchbare Durchschnittswerte liefern können. Das Durchschnittsgewicht von *2,682* weist in Übereinstimmung mit den optischen Bestimmungen auf mejonitreichen Skapolith.

Chemisches Verhalten. Vor dem Lötrohr schmelzen die Skapolithprismen meist leicht zu schaumigem, weissem Glase, das, mit Cobaltsolution geglüht, intensiv blau wird. Einzelne Kristalle zeigen sich kaum schmelzbar, was wohl auf vorgeschrittene Zersetzung zurückzuführen ist.

Behandelt man das Pulver möglichst frischer Kristalle mit Salzsäure in der Kälte, so stellt sich eine schwache Kohlensäureentwicklung ein, die beim Erwärmen lebhafter wird. Lässt man wieder etwas erkalten, sodass die Effervescenz abnimmt und giesst nun etwas Flusssäure zu, so beginnt von neuem lebhaftere Gasentwicklung. Dieses

Verhalten deutet darauf hin, dass die *Kohlensäure* nicht nur in den Einschlüssen von Calcit und Dolomit vorhanden, sondern *in der Skapolithsubstanz selbst gebunden ist.*

Die Prüfung auf *Chlor* fiel positiv aus.

1. Das Filtrat von dem in Salpetersäure gekochten feinen Pulver gab mit Silbernitrat schwache Trübung.
2. Das grobe Mineralpulver wurde mit einer wässrigen Lösung von 4°/₀ NHO_3, 2°/₀ $AgNO_3$ erwärmt und mit einigen Tropfen HFl versetzt. Das Pulver wurde hierauf ausgewaschen und mit photographischem Entwickler (Metol-Hydrochinon) behandelt, worauf es sich schwärzlich färbte.

Zersetzungserscheinungen machen sich äusserlich durch Trübung der Kristalle und Abnahme der Härte bemerkbar. Mikroskopisch geben sie sich durch Abnahme der Doppelbrechung längs Spaltrissen und Sprüngen kund. Grössere Sprünge resp. Klüfte sind von ganz schwach polarisierender Substanz angefüllt, in der einzelne hoch lichtbrechende Körnchen eingestreut sind. Die Prismenflächen stärker umgewandelter Kristalle sind in der Regel mit glänzenden Schüppchen überzogen, die sich als Talk erwiesen. Derart umgewandelte Kristalle scheiden beim Erhitzen im Kölbchen reichlich Wasser ab.

Trennung und chemische Analyse. Die Skapolithe von Valdo sind von *N. Sahlborn* chemisch analysiert worden.

Um fremde Beimengungen zu vermeiden, wurde wie folgt verfahren: Die aus dem Gestein herauspräparierten Kristalle wurden grob gepulvert und vom feinsten Pulver abgesiebt. Hierauf mit Essigsäure (20 °/₀) behandelt, so lange bis die Prüfung mit kalter Salzsäure keine Kohlensäureentwicklung mehr erzeugte.

Das so behandelte Material wurde mit Thoulet'scher Lösung getrennt, die schwersten und leichtesten Bestandteile entfernt und der Rest vom spezifischen Gewicht 2,506—2,639 in zwei getrennten Proben n und m analysiert.

1. Die Probe *n* enthält das Material vom spezifischen Gewicht 2,506—2,616 mit einem pyknometrisch bestimmten Durchschnittsgewicht von 2,553.
2. Die Probe *m* enthält das Material vom spezifischen Gewicht 2,616—2,639 mit einem Durchschnittsgewicht von 2,630.

Das Analysenresultat ist folgendes:

	Probe *n*	Probe *m*	Mittel
SiO_2 =	48,17 %	51,77	49,97
Al_2O_3 =	26,73 %	23,40	25,06
Fe_2O_3 =	0,66 %	1,33	1,00
CaO =	15,20 %	13,71	14,45
MgO =	0,56 %	1,82	1,19
K_2O =	3,11 %	1,81	2,46
Na_2O =	4,02 %	3,82	3,92
H_2O =	1,54 %		
Cl =	1,04 %		
(0 für Cl abgezogen)	100,55 %	97,66 %	

Die Analyse zeigt, dass das untersuchte Material kleinere Mengen von Stoffen aufweist, die reiner Skapolithsubstanz fremd sind, nämlich: Eisen, Magnesia und Wasser. Auch die relativ beträchtliche Menge von Kalium ist auffallend. Es ist zweifellos, dass der Skapolith noch Verunreinigungen enthält, die teilweise aus Einschlüssen, teilweise aus Zersetzungsprodukten bestehen. Die mikroskopische Untersuchung hat gezeigt, dass die oben beschriebene Behandlung des Materials nicht genügen konnte, alle Verunreinigungen vom Skapolith zu trennen, zumal die Einschlüsse einerseits und die Umwandlungsprodukte anderseits sich im spezifischen Gewicht gegenseitig teilweise kompensieren können.

Von *Einschlüssen* kommen in Betracht Dolomit, Calcit, Phlogopit, Quarz, Turmalin, Rutil, Zirkon. Davon sind nur die drei ersten quantitativ zu berücksichtigen. Die Proportion von Dolomit und Calcit ist schwer zu ermitteln.

Von *Umwandlungsprodukten* ist im Skapolith von Valdo Talk nachgewiesen. Auch das Vorhandensein von Kaolin, des häufigsten Umwandlungsprodukts des Skapolith [14], darf wohl angenommen werden. Muskovit findet sich im Skapolith des Simplontunnels.

Berechnung der Analyse. Ich habe verschiedene Versuche gemacht, die Fremdbestandteile aus der Analyse zu berechnen.

Ein Versuch, das Kalium als Bestandteil von Muskovit zu den Zersetzungskörpern zu rechnen, schlug insofern fehl, als die Proportion der übrigen Gemengteile dadurch stark verzerrt und Skapolithunähnlich wurde. Ich habe daher bei den unten gegebenen Berechnung das Kalium in der Skapolithsubstanz belassen und zum Vergleich mit der Normalzusammensetzung des Skapolith in Natrium umgerechnet.

Bei der Beurteilung der Analysen n und m hat man zu berücksichtigen, dass die spezifisch schweren Einschlüsse Dolomit, Calcit,

	SiO_2 Proz.	Mol.	Al_2O_3 Pr.	Mol.	Fe_2O_3 Pr.	Mol.	CaO Pr.	Mol.	MgO Pr.	Mol	K_2O Pr.	Mol.	Na_2O Pr.	Mol.	H_2O Pr.	Mol.	Cl Pr.
Analyse n	48,17	68,80	26,73	26,22	0,66	0,41	15,20	27,14	0,56	1,40	3,11	3,31	4,02	6,48	1,54	8,55	1,04
Talk: $H_2O \cdot (MgO)^3 \cdot (SiO_2)^4$ . . .	1,30	1,86	—	—	—	—	—	—	0,56	1,40	—	—	—	—	0,88	0,46	—
Phlogopit: $(SiO_2)^6 \cdot Al_2O_3 \cdot (FeO)^6$ $H_2O \cdot K_2O$	0,58	0,82	0,14	0,14	0,66	0,41	—	—	—	—	0,12	0,14	—	—	0,02	0,14	—
Kaolin: $(SiO_2)^2 Al_2O_3 (H_2O)^2$ . .	5,56	7,95	4,05	3,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,44	7,95	—
Rest = Skapolith n	40,73	—	22,54	—	—	—	15,20	—	—	—	2,99	—	4,02	—	—	—	1 04
Rest auf 100% berechnet . .	47,08	—	26,05	—	—	—	17,57	—	—	—	3,45	—	4,65	—	—	—	1,20
Analyse m	51,77	73,90	23,40	23,30	1,33	0,83	13,71	24,50	1,82	4,55	1,81	1,92	3,82	6,15	—	—	—
Dolomit: $CaO \cdot MgO \cdot (CO_2)^2$ . .	—	—	—	—	—	—	2,76	4,55	1,82	4,55	—	—	—	—	(+3,98% CO^2)		
Phlogopit	1,16	1,66	0,28	0,28	1,33	0,83	—	—	—	—	0,26	0,28	—	—	0,06	0,28	—
Kaolin	5,56	7,95	4,05	3,97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,44	7,95	—
Rest = Skapolith m	45,05	—	19,07	—	—	—	10,95	—	—	—	1,55	—	3,82	—	—	—	—
Skapolith m + 1,04% Cl auf 100% gerechnet	55,31	—	23,40	—	—	—	13,43	—	—	—	1,90	—	4,69	—	—	—	1,27

Phlogopit in der schwereren Probe m, die leichtern Zersetzungsprodukte aber in der leichtern Probe n vorwiegen müssen. Dem entsprechend ist z. B. der Gehalt an Eisen (Phlogopit) in Probe m beträchtlich höher als in n. Davon ausgehend habe ich in der unten gegebenen Berechnung die Magnesia in Probe n auf Talk verrechnet, in Probe m dagegen auf Dolomit. Leider ist in Probe m das Wasser und das Chlor nicht bestimmt worden, auch fehlt beiden Analysen die für Skapolith in neuster Zeit so wichtig gewordene Kohlensäurebestimmung.

Die *Tabelle* (Seite 176) gibt die Berechnung des Mineralbestandes aus den Analysen n und m, soweit sie mir bei dem vorhandenen Material als durchführbar erscheint innerhalb der Grenzen des Wahrscheinlichen. Aus der *Analyse n* (spezifisches Gewicht 2,553) ist der Magnesiagehalt zur Berechnung von Talk verwendet worden, der Eisengehalt zur Berechnung von Phlogopit. Aus dem Rest an H_2O wurde dann der Kaolingehalt gefunden. Der nach Abzug von Talk, Phlogopit und Kaolin erhaltene Rest wurde als Skapolithsubstanz angesehen und auf 100 % umgerechnet.

Bei der *Analyse m* wurde der Magnesiagehalt als Dolomit verrechnet, der Eisengehalt wiederum als Phlogopit. Da die H_2O-Bestimmung fehlt, wurde die gleiche Menge Kaolin, wie in Analyse n eingesetzt. Der Rest wurde gleichermassen als Skapolith auf 100 % berechnet.

Diskussion der Untersuchungsresultate. In der *Tabelle* auf Seite 177 ist unter Kolonne A das Mittel aus den oben berechneten Skapolithsubstanzen n und m angegeben, wobei K_2O auf Na_2O umgerechnet und das Ganze auf 100 % gebracht wurde. Diese Zahlen sollen also die durchschnittliche Zusammensetzung der reinen Skapolithsubstanz im untersuchten Material angeben. Die Werte differieren nebenbei bemerkt nur wenig von den Mittelwerten aus den Analysenzahlen n und m selbst (vergl. Seite 175).

	A.	Me_2Ma	Me_7Ma_5	$MeMa$	Me_5Ma_7	$MeMa_2$
SiO_2 . . .	51,67	47,87	49,80	51,73	53,72	55,70
Al_2O_3 . .	24,95	29,35	28,01	26,65	25,29	23,91
CaO . . .	15,64	17,02	14,96	12,88	10,78	8,67
Na_2O . .	6,49	4,71	5,92	7,13	8,36	9,59
Cl . . .	1,25	1,35	1,69	2,04	2,39	2,75

In den fünf folgenden Kolonnen ist die theoretische Zusammensetzung nach Tschermak von einigen Gliedern der Skapolithreihe gegeben, die dem hier untersuchten am nächsten stehen.

Der Vergleich zeigt, dass *der „Dipyr“ von Valdo ein Skapolith von mittlerer, etwas gegen Mejonit hinneigender Zusammensetzung ist,* annäherungsweise der Formel $Me_7 Ma_5$ entsprechend.

Die *optischen Eigenschaften* und das *spezifische Gewicht* stimmen darin mit den Resultaten der chemischen Analyse überein, dass sie auf einen Skapolith weisen, in dem das Mejonitmolekül vorwiegt. Besonders die Höhe des ordentlichen Brechungsindex weist dem Mineral nach den Diagrammen *Borgströms* [23, pag. 240—241] genau dieselbe Stellung in der Skapolithreihe an wie die Analyse. Dagegen würde das spezifische Gewicht einen etwas mejonitreicheren Skapolith bedingen, ebenso die Höhe der Doppelbrechung. Nach *Tschermaks* Systematik [7, pag. 1178] ist das Mineral als *Mizzonit* zu bezeichnen.[1])

II. Skapolith als Kluftmineral in der Obern Leventina.

1. Riale Fog.

Topographische und geologische Lage der Fundstelle.

Drei von den oben (S. 167) genannten fünf Fundstellen befinden sich in der Nähe des Dorfes Prato am Monte Piottino.

Die topographische und geologische Situation ist auf Fig. 4 und 5 skizziert. Der Talriegel des Monte Piottino wird zwischen Rodi Fiesso und Faido vom Tessin durchbrochen in der „Dazio Grande“ genannten Schlucht. Die Gotthardbahn überwindet die Talstufe in zwei Kehrtunneln. Die Schlucht und die Kehrtunnel liegen in der Granitmasse des „*Tessinergneis*“, der die Basis der folgenden Formationen bildet.

Auf dem Monte Piottino wird der Tessinergneis 2 Kilometer weit von einer *Quarzitschicht* bedeckt. Ich bin geneigt, diesen Quarzit als ein früh- oder vortriadisches Sediment aufzufassen. Sein Hangendes bilden die *Granatglimmerschiefer* am Südhang des Monte Piottino. Diese unterteufen ihrerseits die *Dolomite* und *Rauhwacken* der *Trias,* welche den Kirchhügel von Prato aufbauen. Steigt man von Prato über Mascengo dem Riale Fog entlang bergwärts, so trifft man nach Unterbrechung des Anstehenden durch Moränen die *dunkeln jurassischen Kalkphyllite* der Bedrettomulde in grosser Mächtigkeit. Auf ca. 1300 m Höhe werden diese Kalkphyllitmassen durch eine *Antiklinale* älterer Gesteine unterbrochen, nämlich sedimentogene quarzreiche *Sericitschiefer mit Granat,* Disthen und Hornblende. Sie

---

[1]) Den Dipyr stellt Tschermak zum Marialith.

Airolo
Tessin
Fiesso
Monte Piottino
Freggio
Faido
Rodi
Morasco
Prato
Prato
Mascengo
R. Fog
Cornone
N.
Filo
A Cadonighino

Tessinergneis
Granatglimmerschiefer
Quarzit
Triasdolomit
Kalkphyllite (Jura)
Lose Ablagerungen
Fundstellen von Skapolithkrystallen

0 500 1000 m

Fig. 4.

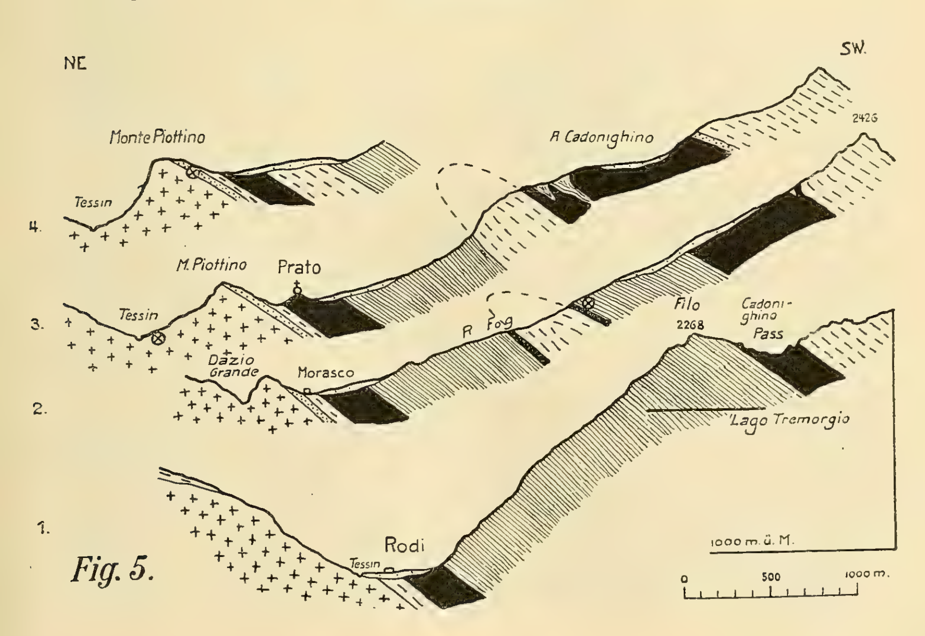


Fig. 5.

sind den Hornblendegarbenschiefern der Tremolaserie ähnlich, denen sie auch im Alter entsprechen. Von den liegenden und hangenden jurassischen Kalkphylliten sind sie durch reduzierte Lagen von Dolomit oder dolomitisch-chloritischem Mulm, als Vertretern der Trias, getrennt. Gegen Westen verschwindet die Antiklinale rasch im hangenden Kalkphyllit (Fig. 4). Weiter bergwärts folgen in umgekehrter Lagerung: jurassische Kalkphyllite, Triasdolomit, Quarzit und endlich die prätriadischen Granatglimmerschiefer der über die *Bedrettomulde* überschobenen *Campo-Tencia-Masse*. Die *Bedrettomulde* ist also hier durch eine *mediane*, isoklinal gelagerte *Antiklinale in zwei Teile geteilt* (Fig. 5).

Die Skapolithfundstelle im Riale Fog findet sich nun im Gewölbeschenkel dieser medianen Antiklinale an der Basis der obern Kalkphyllitserie unmittelbar über den verquetschten Triasresten (Fig. 5, Profil 2).

Die Stelle liegt an dem Fussweg der von Cheser nach Scontra führt (Blatt 503, Faido 1 : 50 000). Dieser Weg überschreitet den Riale Fog bei Punkt 1272 und steigt dann auf der Westseite empor. In 1400 m Höhe etwa kehrt er wieder auf die Ostseite (rechtes Ufer) des Riale Fog zurück. Kurz vor diesem zweiten Bachübergang schneidet der Weg einen kleinen linken Zufluss des Riale Fog und quert sodann am rechten Ufer dieses Zuflusses einen steilen Felskopf. An diesem findet sich der Skapolith, in Brusthöhe über dem Weg.

Form der Lagerstätte und Nebengestein.

Das Mineral bedeckte eine blossliegende, etwas herausgewitterte *Kluftfläche*. Es bildet weissliche, grob quergeklüftete Stengel, von denen einzelne über 10 cm Länge erreichen. Sie sind dem Gestein teilweise eingebettet und lassen nur prismatische Kristallformen erkennen.

Das *Nebengestein* der Mineralklüfte gehört den tiefern Teilen der Kalkphyllitserie an, die der Trias unmittelbar auflagern. Triasgesteine sind wenige Schritte von der Skapolithfundstelle am Fussweg in dem Bette des kleinen linken Zuflusses zum Riale Fog aufgeschlossen. Es sind chloritische Schiefer und dolomitischer Mulm. Die der Trias unmittelbar auflagernden Schichten der Kalkphyllite sind in dieser Region häufig quarzitisch. Auch die Gesteine der Skapolithfundstelle verdienen kaum mehr den Namen von Phylliten. Es sind eher gneisartig aussehende Kalk- und Kalksilikatgesteine, oft von Hornfelscharakter. Ihre Farbe ist bald heller, bald dunkler bräunlich grau.

Mikroskopisch erkennt man als Hauptgemengteile: Calcit, Biotit, basischen Plagioklas, Quarz. Daneben finden sich unterge-

ordnet: Skapolith, Zoisit, Muscovit, Pyrit, Rutil, Turmalin und Zirkon.

Die Struktur ist granoblastisch. Sie nähert sich stark der Hornfelsstruktur mit schwach ausgeprägter Paralleltextur. Besonders charakteristisch ist die Zahnstruktur der unregelmässigen Biotitlappen, sowie die Siebstruktur der Plagioklase und der Skapolithe. Die optische Bestimmung des Plagioklas weist auf die basischen Glieder: Andesin bis Labrador. Der Plagioklas ist oft mikropegmatitartig verwachsen mit einem andern Feldspat von schwächerer Licht- und Doppelbrechung, den ich für Orthoklas halte.

Frappant ist die Ähnlichkeit, ja Gleichheit dieser Gesteine mit Triasgesteinen der Teggiolomulde im Simplontunnel, die ich als „Kalkschiefer mit Plagioklas und Skapolith" und als „Skapolithgneise" [21, pag. 19] beschrieben habe, und die der Serie der anhydritführenden Schiefer angehören. Diese Übereinstimmung legt nahe, auch das Skapolith führende Gestein vom Riale Fog zur Trias zu rechnen, zumal für die genauere Altersbestimmung des Gesteins ausser der oben geschilderten geologischen Situation keine weitern Daten vorliegen.

Die Untersuchung des Nebengesteins zeigt somit, dass der Skapolith sowohl als Kluftmineral in dessen Klüften, als auch, nur mikroskopisch erkennbar, als Gesteinsgemengteil im Gestein selbst auftritt. Die Klüfte haben nicht den Charakter von richtigen Klüften mit deutlichen Kluftwänden und scharf abgetrennter Füllmasse, sondern es scheint eine Art flächenförmige Umkristallisation des Gesteins vorzuliegen, die stellenweise auch den Charakter von Gesteinsschlieren annimmt. Das Zentrum dieser Kristallisationen nehmen die Skapolithe ein, meist flächenförmig angeordnet. Die Kristalle sind ganz im Gestein eingewachsen. Zu beiden Seiten der Skapolithlage trifft man die Gesteinsgemengteile in etwas grobkörniger Ausbildung und in Lagen gesondert, sodass helle, calcitreiche Schichten mit schwarzen Glimmerlagen wechseln. Es hat demnach längs diesen Skapolithklüften ein Umkristallisieren und Neuanordnen der Gesteinsgemengteile stattgefunden.

Der Skapolith.

Kristallographische und chemische Eigenschaften. Die *Skapolithkristalle,* besonders kleinere, sind teilweise völlig frisch glasig. Es lassen sich die Formen 110 und 100 bestimmen. Meist ist ein Teil, oft eine äussere Schale von ca. $^1/_2$ mm Dicke, in eine matt gelblich weisse, weichere Substanz umgewandelt, auch bilden sich bei vorgerückterer Umwandlung silberweisse Schüppchen, die teilweise als Muscovit bestimmt wurden. Es liess sich indes durch sorgfältige

Auslese glasheller Körner genügend frisches und reines Material für eine chemische Analyse und andere Bestimmungen gewinnen. In physikalischer und chemischer Beziehung verhält sich das Mineral wie folgt:

Am Mineralpulver lässt sich mikroskopisch sehr leicht und rasch die Einachsigkeit und die negative kräftige Doppelbrechung nachweisen.

Die *Lichtbrechung* wurde an einem parallel der Vertikalachse geschliffenen Prisma bestimmt und für Natriumlicht gefunden.

$$\varepsilon = 1{,}548; \ \omega = 1{,}577.$$

Die Doppelbrechung beträgt also: $\omega - \varepsilon = 0{,}029$. Diese Zahlen sprechen für einen *Mejonit-reichen Skapolith* und stimmen am besten mit den am Skapolith von Laurinkari gefundenen Werten überein (Hintze, Handb. d. Min., pag. 1561, sowie 23, pag. 240).

Das *spezifische Gewicht* wurde an zwei völlig frischen, glasigen Prismen zu 2,741 und 2,742 gefunden. Diese Bestimmung ist weit zuverlässiger als die am „Dipyr" von Valdo ausgeführte. Die Werte stimmen wiederum mit denen des Skapolith von Laurinkari nahe überein, von welchem Bestimmungen zwischen 2,698 und 2,734 sp. Gew. vorliegen.

Bei einigen Voruntersuchungen zur chemischen Analyse zeigte der Skapolith vom Riale Fog folgendes Verhalten:

Vor dem Lötrohr schmilzt er in kleinen Splittern zu einem schaumig aufgeblähten weissen Glase unter Gelbfärben der Flamme.

Chlor konnte in der salpetersauren Lösung mit $Ag\,NO_3$ nur in geringsten Spuren erkannt werden. Die pag. 174 beschriebene Behandlung mit NHO_3, $Ag\,NO_3$, FlH und Metol-Hydrochinon ergab keine Reaktion.

Dagegen wurde durch Heparreaktion ein Gehalt an *Schwefel* nachgewiesen. Ebenso durch Chlorbarium in der salzsauren Lösung der Sodaschmelze.

Sehr bemerkenswert ist das Verhalten der *Kohlensäure* in der Skapolithsubstanz. Behandelt man das feine Pulver mit Salzsäure (50 $^0/_0$), so ist keinerlei Gasentwicklung zu beobachten, sogar beim Erwärmen nicht. Erst bei Zusatz von Flussäure tritt lebhaftes Brausen ein, also erst im Moment, in dem das Silikat aufgeschlossen wird. *Borgström* [22, pag. 24] hat ein ähnliches Verhalten am Skapolith von Laurinkari beobachtet. Er bringt es damit in Zusammenhang, dass die Kohlensäure ein integrierender Bestandteil des Skapolithmoleküls bildet, der, wie aus seinen Untersuchungen hervorgeht, auch für die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Skapolithglieder von grösster Bedeutung ist.

Chemische Zusammensetzung und Formel. Eine chemische Analyse des Skapolithes vom Riale Fog wurde von Dr. *F. Hinden* in Basel ausgeführt mit dem unter I stehenden Resultat.

	I	II
SiO_2	= 45,08	46,25
Al_2O_3	= 26,92	27,57
CaO	= 17,65	17,94
MgO	= 0,69	—
K_2O	= 0,21	—
Na_2O	= 3,72	3,11
CO_2	= 3,92*)	3,53
H_2O	= 0,46	—
SO_3	= 2,14	1,60
Cl	= 0,08	—
	100,87	100,00

*) Glühverlust vermindert um das in besonderer Probe bestimmte H_2O.

Der Skapolith gehört ohne Zweifel zu den *Mejonit-reicheren Gliedern.* Er zeigt eine recht gute Übereinstimmung mit dem von *Borgström* analysierten *Skapolith von Laurinkari* [22, pag. 24], auf den schon die physikalischen Eigenschaften hinwiesen. Ein charakteristischer Unterschied ist, dass das Verhältnis von Cl zu SO_3 noch mehr zugunsten der Schwefelsäure verschoben ist bis zur fast völligen Ersetzung des Chlor durch Schwefelsäure.

Zur *Berechnung* habe ich mich der von *Borgström* aufgestellten neuen Formeln bedeint. Die Zusammensetzung des Skapolith vom Rialo Fog kann durch folgende Formel ausgedrückt werden:

$$^1/_5\ Na_2SO_4 \cdot 3\ NaAlSi_3O_8 + {^4/_5}\ CaCO_3 \cdot 3\ CaAl_2Si_2O_8.$$

Die prozentuale Zusammensetzung, aus dieser Formel berechnet, ist unter II (Seite 183) angegeben zum Vergleich mit dem Analysenresultat unter I.

Wenn auch die Übereinstimmung keine ganz genaue ist, so lässt sich doch die Zusammensetzung des Skapolith vom Riale Fog sehr wohl mit den Annahmen *Borgströms* in Einklang bringen. Schon die bedeutenden Mengen von fest im Skapolithmolekül gebundener Kohlensäure sprechen für seine Überzeugung, dass bei der Berechnung der Formel der „*Oxydmejonit*“ durch „*Carbonatmejonit*“ zu ersetzen sei.

Die Besonderheit des Skapolith vom Riale Fog ist die, dass das Chloridmarialitmolekül fast völlig durch Sulfatmarialit ersetzt ist,

sodass nur die beiden Verbindungen Sulfatmarialit und Carbonatmejonit eine wesentliche Rolle im Moleküle spielen.

Nach *Tschermaks* Nomenklatur ist das Mineral zum *Mejonit* zu stellen.

2. Monte Piottino.

Die Strasse von Prato nach Cornone schneidet mehrfach die *Quarzitschicht,* die den *Tessinergneis* des Monte Piottino überdeckt.

An der in Fig. 4 angemerkten Stelle findet sich der Skapolith in *Quarzitklüften,* die schief die Parallelstruktur des Gesteins schneiden. Die Klüfte sind ausgekleidet von hellgrünlichem Muscovit, sowie Biotit mit kleinem Achsenwinkel. Der *Skapolith* ist strahlenbis büschelförmig angeordnet auf der Kluftfläche. Zwischen den einzelnen Stengeln ist häufig glasheller Quarz eingebettet. Auch der Skapolith ist glasig farblos an frischen Teilen, an einigen Stellen dagegen blass rosa gefärbt.

Optisch verhält sich der Skapolith dem vom Riale Fog gleich. Im Mineralpulver erhält man infolge von Querklüftung auffallend oft Blättchen nach der Basis mit dem schönen negativen Achsenbild. Die Prüfung der Lichtbrechung mit der Einbettungsmethode ergab das gleiche Resultat $\varepsilon = 1{,}5486$; $\omega = 1{,}5770$ ca. Die Doppelbrechung (nach Gemengteilen des Quarzit bestimmt) wurde zu 0,03 gefunden.

Für eine chemische Analyse ist das vorgefundene Material nicht ausreichend. Das Hauptinteresse der Lagerstätte knüpft sich an die Genese des Minerals.

Das *Nebengestein, der Quarzit,* ist ebenfalls *skapolithhaltig.* Der Skapolith findet sich dort in unregelmässigen Massen, den übrigen Gemengteilen Quarz und Muscovit beigemengt.

Der Mineralbestand des Quarzit ist recht mannigfaltig. Zwischen den Lagen von reinem Quarz, die schon dem blossen Auge sichtbar sind, finden sich solche, in denen Quarz mit reichlich Muscovit gemengt ist, ferner mit Biotit, Skapolith, Epidot, Klinozoisit, Calcit Orthoklas mit Mikroklinstruktur und saurem Plagioklas in granophyrischer Verwachsung mit Quarz (Myrmekit), Titanit, Zirkon und Pyrit.

Der Quarzit dürfte als ein metamorpher Sandstein anzusehen sein, in dem die Skapolithsubstanz von den Klüften her ins Gestein eingedrungen ist zur Zeit der Umwandlung des Sandstein in Quarzit.

3. Dazio Grande.

Ein weiterer Fundpunkt von Skapolith findet sich an der Gotthardstrasse unterhalb der Dazio-Grande-Schlucht, etwa in der Mitte zwischen den beiden Kehrtunneln der Gotthardbahn (Fig. 4).

Der Ort liegt geologisch mitten in der Masse des *Tessinergneises.* Dieser hat aber hier nicht seinen normalen Granitgneis-Charakter, snodern es herrscht eine biotitreiche, schiefrige Varietät vor, die mit muscovitreichen, hellen aplitartigen Lagen wechselt, offenbar basische und saure Schlieren, denen Linsen von Quarz sowie auch grobkörnige Calcitaggregate und kalksilikatreiche Gesteine eingelagert sind. Letztere dürften als Einschlüsse von Sedimentresten in der eruptiven Masse aufzufassen sein.

Der *Skapolith* findet sich in steilen, ausgeprägten *Klüften,* die die flachliegenden Schieferungsflächen durchbrechen. Die Ausfüllung der Klüfte besteht aus Quarz und Muscovit, seltener Calcit. Diese *Kluftminerale* werden stellenweise von groben Skapolithbüscheln verdrängt, die dann nur von feinsten Muscovithäutchen begleitet sind. Die Büschel bestehen aus Stengeln von ca. $^1/_2$ cm Dicke und mehreren Zentimetern Länge.

Gutes Material zu gewinnen ist sehr schwer. Doch gelang an frischen Splittern die sichere Bestimmung als Skapolith.

Die Lichtbrechung stimmt mit derjenigen der Skapolithe von Riale Fog und Monte Piottino überein. Das spezifische Gewicht ist 2,729.

4. Valle.

Das Sommerdörflein Valle liegt auf 1700 m, etwa $^1/_4$ Stunde südlich vom Ritomsee im Val Piora. Die Skapolithe, die *G. Klemm* hier entdeckt hat, finden sich in Blöcken östlich von den obersten Häusern des Ortes. Anstehend sind sie meines Wissens noch nicht beobachtet worden.

Bei keinem der bisher genannten Vorkommen ist der Kluftcharakter so deutlich ausgeprägt wie hier.

Das Nebengestein ist ein ziemlich dunkler, dünnschiefriger Biotitgneis, der dem kristallinen Kern des Molaremassivs angehört.

Die Schieferungsflächen werden scharf durchschnitten von kleinen *Gängen* von vorwiegend brauner Farbe. Die Gangart ist hauptsächlich eisenschüssiger Calcit. Die Saalbänder sind mit grobblättrigem Chlorit bekleidet, der zu Rosetten und Kugeln gruppiert in die Gangmasse hineinragt.

Die braune Calcitmasse ist nun stellenweise von weissen quadratischen Prismen von einigen Zentimetern Länge, dem Skapolith, kreuz und quer durchspickt. Auch Nadeln von Rutil, sowie Muscovit finden sich da und dort in der Gangmasse. Den *Skapolith* habe ich nicht genauer untersucht. Vielleicht ist *G. Klemm* in der Lage, denselben an reichlicherem Material zu bearbeiten. Ich habe nur folgende zur Erkennung als Skapolith nötige Beobachtungen ge-

macht: Das Mineral ist einachsig, optisch negativ. Licht und Doppelbrechung verhalten sich wie bei den oben beschriebenen Skapolithen der Leventina. Das spezifische Gewicht beträgt 2,704.

Beachtenswert ist auch hier die *Veränderung,* die das *Nebengestein am Kontakt* mit der *skapolithführenden Kluft* erleidet:

Der dunkelgraue Biotitgneis ist in einer schmalen Zone (ca. 5 cm) parallel der Kluft grün gefärbt. Die Verfärbung entspricht einer Umwandlung des Biotit. Der gesteinsbildende Biotit von dunkel braungrüner Farbe und normaler Doppelbrechung verwandelt sich in der

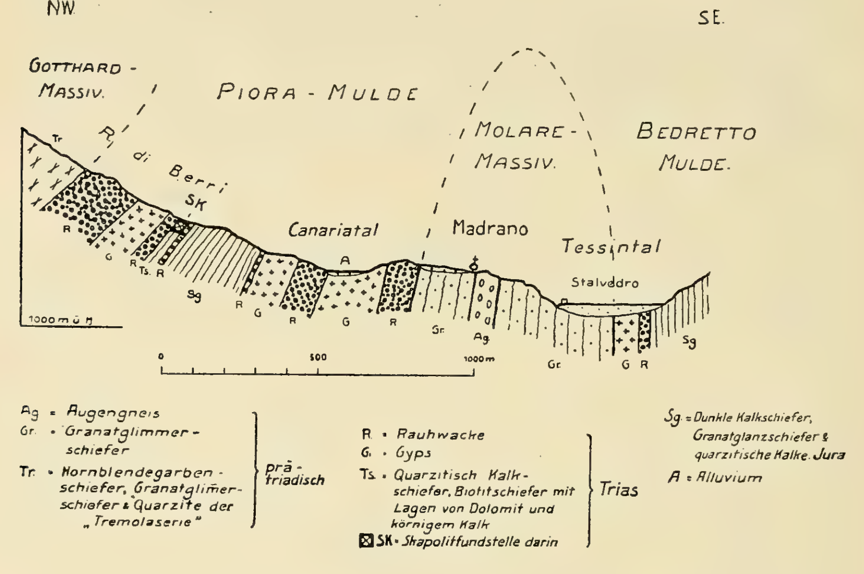


Fig. 6.

Kontaktzone zunächst in optisch negativen Chlorit mit deutlicher Achsenapertur. Allmählich nimmt auch ein durch Muscovitausscheidung bedingter Seidenglanz überhand. Am Rande der Kluft findet man deutliche Muscovitblättchen und optisch positiven, einachsigen Chlorit, der mit dem kugelförmigen Chlorit der Gangmasse identisch ist. Unter Einwirkung der in der Kluft zirkulierenden Agentien hat also eine Umwandlung des Biotit in Chlorit und Muscovit stattgefunden.

5. Riale (Ronco) di Berri.

Die topographische und geologische Situation dieser nahe bei Airolo gelegenen Fundstelle ist in Fig. 6 skizziert.[2]) Der Fundort

[2]) Unter Mitverwertung geol. Aufnahmen im Riale di Berri von W. Steuer.

liegt mitten in mesozoischen Sedimenten im nördlichen, überkippten Schenkel der Pioramulde. Das Nebengestein sind quarzige biotit- und muscovitführende, braungelbe Glimmerkalk- resp. Dolomitschiefer im stratigraphisch höchsten Teil des Triaskomplexes. Diese Schiefer können etwa zu der Gruppe gerechnet werden, die von *Niggli* und *Staub*[3]) im Gotthardgebiet als Quartenschiefer aufgefasst werden.

Das Auftreten des Skapolith ist dem von Valle durchaus ähnlich. Es sind quer zur Schieferung laufende Klüfte, die mit eisenschüssigem Calcit, Muscovit und kreuz und quer liegenden Prismen von Skapolith erfüllt sind. Auch Rutilnadeln finden sich in der Füllmasse. Das gewonnene Material ist dürftig. Es genügt eben zum Nachweis von Skapolith, nicht aber zu weiterer Bearbeitung.

Schlussfolgerungen.

a) Mineralogische.

Die Resultate der chemischen Untersuchung des Skapolith vom Riale Fog sprechen für die Richtigkeit der neuen *Borgström*'schen Skapolithformeln.

b) Geologische.

Der Skapolith hat in den Alpen der Tessin- und Simplonregion drei verschiedene Typen des Vorkommens, er findet sich:

1. Als mikroskopischer Gemengteil von körnigen Kalken und Kalksilikatgesteinen in Körnern oder grössern Gesteinskomponenten mit Siebstruktur, ohne Kristallbegrenzung.
2. Als idiomorphe Porphyroblasten in Dolomit der Trias.
3. Als Kluftmineral in ganz verschiedenen geologischen Körpern.

Die zwei letztern Vorkommen sind oben beschrieben worden: Der Mizzonit von Valdo im Triasdolomit und die Kluftskapolithe der Leventina.

Die skapolithführenden Marmore von *Valdo* erinnern stark an manche pyrenäische Skapolithkalke, die als Produkte der Kontaktmetamorphose naher Eruptivkörper, besonders Ophit und Lherzolit aufgefasst werden. Es liegt daher nahe, auch für den Skapolith von Valdo eine Entstehung durch Kontaktmetamorphose anzunehmen. Die geologische Situation (Fig. 1) scheint dafür besonders verlockend, da das Skapolithgestein direkt an die mächtige Granitmasse des Antigoriogneis grenzt. Es ist ja gewiss anzunehmen, dass die Skapolithgesteine in den Pyrenäen und in den Alpen gleichartigen

---

[3]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz XLV pag. 68 und 69.

Entstehungsbedingungen unterworfen waren. Dort wie hier mögen die Skapolithe pneumatogener oder hydato-pneumatogener Natur sein. Dagegen geht aus den geologischen Aufnahmen von *C. Schmidt*, *A. Stella* und mir deutlich hervor — und es steht dies im Einklang mit der Auffassung fast aller Geologen, die das Simplongebiet näher kennen gelernt haben: *Gerlach, Lugeon, Heim, Schardt* etc. —, dass der Antigoriogneis keine post-triadische oder post-mesozoische Intrusion sein kann, sondern passiv mit den Ablagerungen der Trias disloziert worden ist (vergl. Fig. 2). Die Skapolithbildung kann also nicht mit der Intrusion des Antigoriogranits in Zusammenhang gebracht werden. Sie muss in die Zeit der grossen tertiären Alpenfaltung fallen. Die tiefgreifende Gesteinsumwandlung dieser Epoche hat vielfach grosse Ähnlichkeit mit Kontaktmetamorphose [15]. Das Vorkommen von Skapolith illustriert ihren teilweise pneumatogenen Charakter. Die dabei wirksamen Agentien sind von wenig tiefen Magmenresten herzuleiten, die zur Zeit der Alpenfaltung erstarrten, im Gebiet unserer Skapolithfunde aber die Oberfläche nicht erreichten. Ihre oberflächlichen Äquivalente sehen wir in den periadriatischen tertiären Graniten und Tonaliten [24]. *Cornelius* und *Staub* zählen dazu auch das Disgraziamassiv. *R. Staub* [25] glaubt die tertiären Eruptiva dieses Massivs bis ins Val Morobbia bei Bellinzona verfolgen zu können[4]) und bringt die Injektionen in den umliegenden Tessinergneisen damit in Zusammenhang.

Das Vorkommen der Skapolithe in der *Leventina* hat einen durchaus andern Charakter als das von Valdo. In der Leventina haben wir es mit Kluftausfüllungen zu tun, verbunden freilich mit einer beschränkten Skapolithisierung auch des Nebengesteins. Die Skapolithklüfte treten sowohl in Sedimenten als in Eruptivmassen, in vor- und nachtriadischen Bildungen auf (Fig. 4). Sie dokumentieren dadurch ihre Unabhängigkeit von den aufgeschlossenen Bildungen und deuten auf einen gemeinsamen, tiefern Ursprungsort. Es ist wohl berechtigt, sie von denselben abyssischen tertiären Eruptivmassen herzuleiten, wie die Skapolithe von Valdo. Während aber dort die Agentien aus der Tiefe ganze Gesteinskörper imprägnierten, vermochten sie in der Leventina mehr nur auf Spalten und Klüften vorzudringen.

Ich möchte daraus schliessen, dass die Entfernung der Eruptivmassen, die die skapolithbildenden Agentien absonderten, hier in der Leventina eine etwas grössere war und dadurch vielleicht eine mehr hydato-pneumatogene Mineralbildung bedingt war gegenüber der pneumatogenen, ganze Gesteinskörper mineralisierenden.

---

[4]) Vgl. auch *Ed. Suess* Antlitz der Erde III/2 pag. 143.

Über das Vorkommen des Skapolith als Kulftmaterial sind die Angaben in der Literatur spärlich, verglichen mit denen über den Skapolith als metamorphen Gesteinsgemengteil. Von hohem Interesse für unsern Fall ist eine neuere Beschreibung der berühmten Skapolithlagerstätte von Laurinkari (bei Abo in Finnland) durch *L. H. Borgström* [22]. Auch hier füllt der Skapolith zusammen mit Quarz eine Kluft[5]) aus, begleitet von folgenden Mineralien in untergeordneter Menge: Calcit, Fluorit, Apatit, Magnetkies, Pyrit, Magnetit, Hornblende, Epidot, Phlogopit, Titanit, Orthit. *Borgström* vergleicht diese Paragenese mit den mineralreichen Apatitgängen von Norwegen und Canada, die ebenfalls Skapolith führen.

Entsprechend den geologischen Unterschieden im Vorkommen der Skapolithe von Valdo und derer in der Leventina, ist auch ihre chemische Zusammensetzung verschieden: Die Skapolithe im Dolomit von Valdo sind Mizzonit, die Kluftskapolithe der Leventina Mejonit. Die erstern sind mehr Chlor-, die zweiten Sulfatskapolithe.

Die überraschende Ähnlichkeit in der Zusammensetzung der Skapolithe vom Riale Fog und derer von Laurinkari, insonderheit der aussergewöhnlich hohe Schwefelgehalt beider lässt eine engere chemische Verwandtschaft der Kluftskapolithe unter sich vermuten.

Benützte Literatur.

1. *J. de Charpentier.* Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées 1823, pag. 226.
2. *Des Cloizeaux.* Manuel de Minéralogie 1862, pag. 234.
3. *B. Studer.* Geschichte der physischen Geographie der Schweiz 1863, p. 627.
4. — Index der Petrographie (Nufenenschichten). Bern 1872, p. 172.
5. *E. Favre.* Revue géol. Suisse pour l'année 1872. (Arch. des sciences 1873), pag. 13.
6. *K. v. Fritsch.* Das Gotthardgebiet. (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XV 1873), pag. 127.
7. *G. Tschermak.* Die Skapolithreihe. (Sitzungsber. Akad. Wien Bd. 88 I 1883, pag. 1142).

[5]) Die Kluft schneidet nach Bergströms Zeichnung quer durch Pegmatitgranit und verschiedenartige Gneise und zeigt evident ihre geologische Unabhängigkeit von diesen Gesteinskörpern. Die Tatsache, dass an den Klufträndern Skapolithe mit den Mineralien des Pegmatitgranits sich mengen, möchte ich lieber auf Skapolitisierung des Pegmatitgranits von der Kluft aus zurückführen, statt eine genetische Beziehung zwischen dem Pegmatitgranit und dem Skapolith an Ort und Stelle anzunehmen, wennschon ich natürlich die Beziehungen des Skapolithganges als Ganzes zu den Pegmatitgranitintrusionen durchaus nicht bezweifeln will. Die Abspaltung der Gangmasse aus dem Pegmatitgranit dürfte tiefer liegen.

8. *M. Lacroix.* Contribution à l'étude des gneiss a pyroxène et des roches à wernérite. (Bull. Soc. Franç. de Min. XII 1889, pag. 83—360).
9. — Sur les phénomènes de contact de la syénite éléolitique de Pouzac etc. (Comptes rend. hebd. Acad. Sc. Paris X 1890, T. 110, pag. 1011.)
10. *C. Schmidt.* (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XV, 1891, p. 127).
11. *A. Lacroix.* Minéralogie de la France, T. II 1896, p. 203 ff.
12. *W. Salomon.* Über die Contactmineralien der Adamellogruppe. (Tschermak, Min. u. Petr. Mitth. Bd. 15. 1896, pag. 159—183.
13. *G. Spezia.* Sulla Anidrite micaceo-dolomitica etc. del Traforo del Sempione. (Atti R. Acc. Sc. Torino Vol. 38 1903.)
14. *R. van Hise.* Treatise on metamorphism. (Monographs N. S. geol. survey XLVII, pag. 312). 1904.
15. *A. Stella.* Il problema geo-tettonico dell'Ossola e del Sempione. (Boll. R. Comitato geol. d'Italia 1905 No. 1 pag. 33, 36, 37.)
16. *G. Linck.* Orthoklas aus dem Dolomit vom Campolungo. (Neues Jahrb. f. Min. Bd. I 1907, pag. 29.)
17. *C. Schmidt* und *H. Preiswerk.* (Geol. Karte der Schweiz. Erläuterungen Nr. 6 1908, pag. 18.)
18. *L. Desbuissons.* La Vallée de Binn. (Lausanne, Georges Bridel 1909, pag. 66.)
19. *E. Gutzwiller.* Injektionsgneise aus dem Kanton Tessin. (Inaug.-Diss. Zürich 1912, pag. 48.)
20. — Zwei gemischte Hornfelse aus dem Tessin. (Centralblatt f. Min. Nr. 12 1912, pag. 354—361.)
21. *H. Preiswerk.* Die metamorphen Triasgesteine im Simplontunnel. (Verh. Nat. Ges. Basel, Bd. 24 1913, p. 19 u. 20.)
22. *L. M. Borgström.* Die Skapolithlagerstätte von Laurinkari. (Bull. Commission Géol. de Finlande, No. 41 1913.)
23. — Die chemische Zusammensetzung der Skapolithe. (Zeitschr. f. Kryst. u. Min. Bd. 54 H. 3 1914, pag. 238–260.)
24. *A. Spitz.* Zur Altersbestimmung der Adamellointrusion. (Mitt. d. Geol. Ges. Wien, III. IV 1915, pag. 239.)
25. *R. Staub.* Zur Tektonik der östlichen Schweizeralpen. (Beitr. geol. Karte d. Schweiz N. F. XLVI 1916.)

Mineralogisches und Geologisches Institut der Universität Basel,
17. Dezember 1916.

Miocäne Säugetierreste aus der Gegend von Elm (Prov. Hessen).

Von

H. G. Stehlin.

Bei einem Besuch im Senckenbergischen Museum in Frankfurt a/M. im Herbst 1913 zogen einige vor nicht langer Zeit eingegangene Säugetierzähne aus Braunkohlen der Gegend von Elm am Ostrande des Vogelsberges, deren stratigraphische Stellung bisher nicht fixiert war, meine Aufmerksamkeit auf sich. Herr Prof. F. Drevermann hatte dann die grosse Freundlichkeit, mir dieselben zur näheren Untersuchung nach Basel zu schicken. Hier sah sie Herr Bergrat Schröder von Berlin und machte mich darauf aufmerksam, dass weitere derartige Funde beim Bau der Bahnlinie Frankfurt-Fulda, in dem Tunnel, welcher bei Elm den flachen Höhenrücken des Distelrasens durchsticht, gemacht und durch Herrn Dr. E. von Seyfried der königlich preussischen geologischen Landesanstalt in Berlin zugeführt worden seien. In der Folge wurden mir auf gütige Verwendung von Herrn Bergrat Schröder auch diese Materialien zur näheren Prüfung nach Basel gesandt.

Da die Untersuchung der Elmer Säugetierreste zu einem Ergebnis geführt hat, welches auch für die regionale Geologie von Interesse ist, scheint es mir angezeigt, die Besprechung derselben nicht länger hinauszuschieben.

Herrn Prof. Drevermann und den Leitern der kgl. geologischen Landesanstalt in Berlin spreche ich für die Überlassung der Materialien, Herrn Dr. W. Wenz in Frankfurt für verschiedene im folgenden verwertete lokalgeologische Aufklärungen meinen verbindlichsten Dank aus.

1. Braunkohlengrube von Elm.

Die in der Elmer Grube ausgebeutete Braunkohle liegt, wie mir Herr Dr. Wenz mitteilt, direkt auf Muschelkalk. Die folgenden, aus derselben stammenden, Fundstücke der Frankfurter Sammlung

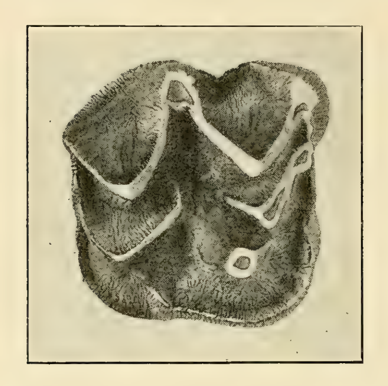
waren von jeder Spur von Umhüllungsmasse befreit, als sie in meine Hände kamen.

Brachyodus onoïdeus Gerv.

(Figur 1)

Ein M_1 sup. dext., wenig angebraucht und offenbar von einem Individuum herrührend, das noch die Milchzähne benützte. Der Schmelz ist dunkel blaugrau, fast schwarz; die Wurzeln sind braun, oberflächlich hellgrau.

Der Zahn misst 0,036 Aussenwandlänge und 0,037 Breite vorn, d. h. er hat die Grösse der M_1 des Brachyodus onoïdeus aus den Sables de l'Orléanais. Strukturell ist er durch alle die Eigen-





Figur 1.

Figur 1. *Brachyodus onoïdeus* Gerv., M_1 sup. dext., von unten und von aussen. — Braunkohlengrube von Elm. — Senckenbergisches Museum in Frankfurt a/M., geschenkt von Herrn Dr. Fucar 1909.

tümlichkeiten ausgezeichnet, welche Brachyodus von den Anthracotherien unterscheiden, vor allem die überaus charakteristische üppige und feine Rippung des Schmelzes in allen Partien der Krone; die schärfere Ausbildung aller Hauptkanten; die schärfere Zuspitzung und auch etwas grössere Höhe der Hügel; die offenere, weniger zusammengekneifte Mesostylschlinge; die geringere Entwicklung der Mittelrippen an den labialen Abhängen der Aussenhügel; das Fehlen gewisser stärkerer Schmelzfalten, die bei Anthracotherium bald da bald dort aufzutreten pflegen. Das Innencingulum, welches an den Brachyodusmolaren gewöhnlich kontinuierlich ist, endigt am vorliegenden Exemplare vor dem hintern Innenhügel. Von dem schwachen Zementbelag, der sich an ältern Molaren manchmal in den Vertiefungen der Krone erhält, ist keine Spur nachzuweisen.

Carnivoren.

(Figur 2—4)

1. ein C sup. sin.; Krone am Hinterrande ein Stück weit beschädigt (Figur 2).
2. ein C inf. sin.; Spitze abgebrochen (Figur 3).
3. die beschädigte Vorderhälfte eines M_1 inf. sin. (Figur 4c).
4. ein Incisiv, wahrscheinlich I_3 sup. dext. (Figur 4a).
5. ein vorderer Praemolar, an der Basis etwas beschädigt (Figur 4b).



Figur 2.

Figur 2. *Felide?*, C sup. sin., von aussen, hinten und innen. — Braunkohlengrube von Elm. — Senckenbergisches Museum in Frankfurt a/M.

Diese kleinern Zähne zeigen eine etwas hellere Färbung des Schmelzes als der Brachyoduszahn, sonst ist ihr Erhaltungszustand durchaus analog. Sie sind wie jener im Abraum aufgelesen worden; ihre Zusammengehörigkeit wird also durch die Fundumstände keineswegs verbürgt.

Dass die beiden Caninen von derselben Species und vom nämlichen Individuum herrühren, scheint mir nicht zweifelhaft.

Besonders charakteristisch ist die Gestalt des obern (Figur 2). Sein Querschnitt ist kurz und breit; an der Wurzel, etwas unterhalb der Krone, wo er am grössten ist, hat er 0,012 Länge auf 0,0092 Breite. Die Krone ist dolchförmig und auffällig hoch, höher als die Wurzel (0,033 : 0,026 auf der Aussenseite, wo der Schmelz wie ge-

wohnt weiter wurzelwärts vordringt, gemessen). Die Kronenkanten setzen sich dem konischen Körper unvermittelt auf und zeigen eine feine Horizontalstreifung des Schmelzes, welche sich wie eine Vorstufe der Zähnelung von Machaerodus etc. ausnimmt. Die Innenfacette zwischen den beiden Kanten ist ziemlich konvex. Von hinten oder vorn betrachtet zeigt der Zahn die leise S-förmige Transversalbiegung, welche man an vielen Carnivoreneckzähnen beobachten kann.

Der untere Canin (Figur 3) hat eine banalere Gestalt. Wurzel und Krone sind kompresser, die letztere ist relativ erheblich niedriger, innen abgeplatteter und dazu ziemlich stark gebogen. Die Kanten zeigen die gleiche Ausbildung wie am obern.



Figur 3.

Figur 3. *Felide?* C inf. sin., von aussen und von innen. — Braunkohlengrube von Elm. — Senckenbergisches Museum in Frankfurt a/M.

Ich habe vergeblich nach einer genau übereinstimmenden Eckbezahnung gesucht.

Unter den Amphicyoniden zeichnet sich das miocäne Genus Hemicyon durch besonders schlanke Eckzähne aus. Der obere derselben, wie ihn Hofmann[1]) abbildet, stimmt im Profilcontour ziemlich gut mit demjenigen von Elm überein und zeichnet sich auch durch die selbe S-förmige Transversalbiegung aus. Nach Filhol[2]), dessen Figuren übrigens nicht ganz mit den Hofmann'schen übereinstimmen, zeigt er überdies an der Hinterkante jene feine Horizontal-

[1]) *A. Hofmann,* Die Fauna von Göriach. Abh. k. k. geol. Reichsanstalt XV, 1893, p. 27, Tab. IV, Fig. 3 (»Dinocyon« göriachensis).

[2]) *H. Filhol,* Etude sur les Mammifères fossiles de Sansan. Ann. Sc. géol. XXI, 1891, p. 126, Tab. VII—IX.

streifung des Schmelzes. Dass dieselbe auch der Vorderkante zukommt, wird jedoch nicht hervorgehoben. Auch scheint der Querschnitt nicht ganz derselbe zu sein und die Krone ist im Verhältnis zur Wurzel entschieden niedriger.

Ich bin daher nicht überzeugt, dass wir es in Elm mit einem hemicyonartigen Tiere zu tun haben. Der Habitus der beiden Zähne, speziell der des obern, scheint mir im ganzen eher auf die Felidenfamilie zu weisen, aber auch hier vermag ich vorderhand kein genaues Analogon nachzuweisen.

Unter den recenten Feliden zeigt die ostindische Felis nebulosa Griff. einige frappante Anklänge, allein sie kombinieren sich mit deutlichen Abweichungen. Die Wurzel des C sup. ist bei der recenten Form bedeutend länger als die Krone; Wurzel und Krone sind transversal kompresser, die Vorderkante der letztern ist fast völlig verwischt, die äussere und die innere Kronenfacette, welche an dem Zahn von Elm völlig glatt sind, zeigen in der Mitte ein charakteristisches Kerbenpaar. Und analoge Abweichungen zeigt auch der Mandibularcanin von Felis nebulosa, der überdies eine im Vergleich zum Antagonisten schwächere Krone hat.

Von den Caninen des kürzlich durch Pilgrim[3]) aufgestellten Genus Sivaelurus aus dem indischen Mittelmiocän, das nähere Beziehungen zu Felis nebulosa haben könnte, sind bis jetzt leider nur die Wurzelstümpfe bekannt, welche zwar im Querschnitt an die Elmer Zähne erinnern, aber keine genügenden Anhaltspunkte bieten.

Der Maxillarcanin aus dem Vindobonien von La Grive-St. Alban, welchen Depéret[4]) auf die dortige, freilich noch sehr zweifelhafte, Aelurogale bezieht, hat, bei nicht unähnlichem Profilcontour, eine stärker hervorgehobene Vorderkante und eine, durch begleitende flache Rinnen viel mehr zugeschärfte, Hinterkante als derjenige von Elm.

Näher scheinen diesem die von Filhol[5]) und Gaillard[6]) abgebildeten Maxillarcaninen von Pseudaelurus quadridentatus zu kommen. Aber auch hier ist der Querschnitt, den Beschreibungen nach, abgeplatteter, die Hinterkante schärfer und von der feinen Schmelzstreifung der Kanten wird nichts erwähnt. Ausserdem ent-

---

[3]) *G. E. Pilgrim,* Note on the new Feline Genera Sivaelurus and Paramachaerodus etc. Rec. Geol. Survey of India XLV, 2, 1915, Pl. 6.

[4]) *Ch. Depéret,* La faune des mammifères de La Grive-St-Alban. Arch. Mus. Lyon. V, 1892, p. 19, Pl. I, Fig. 2—3.

[5]) l. c. p. 73, Pl. IV, Fig. 3—4.

[6]) *Cl. Gaillard,* Mammifères miocènes nouveaux ou peu connus de La Grive-Saint-Alban. — Archives du Museum de Lyon VII, 1899, p. 37, Pl. I, Fig. 8.

wickelt der Mandibularcanin von Pseudaelurus[7]) auf der Aussenseite eine Kerbe, von welcher an dem Elmer Zahn keine Spur wahrzunehmen ist.

Aus dem Burdigalien des Orléanais, von der Lokalität Artenay, liegt in der Basler Sammlung ein an den Kanten durch Rollung abgescheuerter Maxillarcanin (S. O. 247), der mit demjenigen von Elm in den Dimensionen, im Profilcontour, im Querschnitt, in der S-förmigen Transversalbiegung ausnehmend gut übereinstimmt. Nur im Verhältnis der Kronenhöhe zur Wurzelhöhe (29 : 30) zeigt derselbe eine Abweichung. Leider ist aber dieser Zahn isoliert gefunden worden. Ich habe ihn hypothetisch mit Backenzähnen von Pseudaelurustypus und von etwas hinter Ps. quadridentatus zurückbleibenden Dimensionen, die mir aus den Sables de l'Orléanais vor-



Figur 4.

Figur 4. a. I_3. sup. dext. eines Feliden? von hinten und von aussen. — b. P_4 sup. dext. eines *Amphicyoniden,* von aussen und von oben. — c. Vorderhälfte des M_1 inf. sin. eines *Feliden(?).* — Braunkohlengrube von Elm. — Senckenbergisches Museum in Frankfurt a/M.

liegen, in Beziehung gebracht, kann aber die Richtigkeit dieser Kombination nicht verbürgen.

Auch die Untersuchung der drei andern Carnivorenzähne hat mich zu keinen präzisen Schlüssen geführt.

Das Fragment eines untern Reisszahnes (Figur 4c) stimmt im ganzen nicht übel zu Pseudaelurus und würde den Dimensionen nach zu der eben erwähnten Form aus dem Orléanais passen; die vordere Kante des Vorderhügels zeigt, obwohl sie ziemlich stumpf ist, unter der Lupe deutliche Spuren der feinen Rippung, welche die Kanten der Caninen auszeichnet, was sehr dafür spricht, dass der Zahn vom nämlichen Tiere wie diese herrührt. Allein der Einschnitt zwischen den beiden Hügeln dringt weniger weit basiswärts als bei Pseudaelurus, sodass mir die Zugehörigkeit zu diesem Genus zweifelhaft bleibt; es erscheint nicht ausgeschlossen, dass die weggebrochene hintere Partie der Krone noch stärker abwich. Gegenüber Felis

[7]) *Gaillard* l. c. Pl. I, Fig. 6 (Pseudaelurus Lorteti). — *F. Roman,* Le Neogène continental dans la basse vallée du Tage. Commission du service géologique du Portugal, 1907. p. 52, Pl. II, Fig. 7 (Pseudaelurus transitorius).

nebulosa ist der Gegensatz in der Ausbildung des Einschnittes zwischen den Haupthügeln noch schärfer.

Der Incisiv (Figur 4a) erinnert am ehesten an den I_3 sup. dext. von Feliden, obwohl seine Krone weniger unsymmetrisch gebaut ist als die des I_3 von Felis nebulosa und anderer recenter Vertreter dieser Familie. Zwei Querstreifen, die sich vorn an den Kanten von der Spitze gegen die Basis ziehen, wären bei dieser Interpretation auf den untern Caninen und den untern I_3 zurückzuführen. Die Dimensionen des Zahnes sind ziemlich genau diejenigen, welche, nach Analogie von Felis nebulosa, bei einem Feliden, der mit der obigen Eckbezahnung versehen war, zu erwarten wären.

Der kleine zweiwurzlige Praemolar (Figur 4b) dagegen rührt sicher nicht von einem katzenartigen Tiere her. Er ist stumpf, plump, niedrig wie die vordern Praemolaren von Ursiden und Amphicyoniden. Dem Umriss der Krone und dem Verlauf der Kanten nach scheint er ein P_4 sup. dext. zu sein. Der P_4 sup. von Hemicyon sansaniensis stimmt nach der Darstellung von Filhol[8]) in Grösse und Gestalt nahe mit ihm überein.

2. Elmer Tunnel, Fundstelle I.

Die in der Berliner Landesanstalt aufbewahrten Materialien aus dem Elmer Tunnel stammen von zwei Fundstellen, die, wie mir mitgeteilt wurde, in „grabenartigen, mit tertiären Sanden und Tonen erfüllten Bildungen“ liegen und im Tunnelprofil durch eine mehr als drei Kilometer lange Strecke des Rötschiefers, aus dem sich der Distelrasen aufbaut, von einander getrennt sind.

Die erste dieser beiden Fundstellen befindet sich 78,5 m vom Südportal des 3600 m langen Tunnels. Die folgenden, daselbst gesammelten Dokumente erinnern nach Erhaltungsart und Färbung an diejenigen aus der Braunkohlengrube, zeigen aber in den Höhlungen einen feinen Pyritüberzug. Sie waren von der Umhüllungsmasse vollständig gereinigt, als sie in meine Hände kamen.

Anchitherium aurelianense Cuv.

1. Ein Fragment der linken Mandibel mit P_3, der Wurzel des P_4 und 12 mm Diastema.
2. Der linke untere Canin in einem kleinen Stück Mandibelknochen, das sich unmittelbar an das vorige anschliesst.
3. Ein Fragment der Mandibularsymphyse mit dem linken I_1 und den Wurzelstümpfen der rechten I_1—I_3, offenbar zum nämlichen Individuum wie die vorigen gehörig.

---

[8]) l. c. Pl. IX.

Der P_3 ist vorn etwas stumpfer abgestutzt als gewöhnlich und besitzt eine Länge von 0,018 und eine hintere Breite von 0,0125. Dies sind Dimensionen, welche innerhalb der Variationsgrenze der Burdigalienmutation des Anchitherium, aus den Sables de l'Orléanais, liegen, aber im Vindobonien nur sehr ausnahmsweise, z. B. in Georgensgmünd, beobachtet worden sind. Die Anchitherien von Sansan, La Grive-Saint-Alban, Steinheim etc. sind durchweg stärker.

3. Elmer Tunnel, Fundstelle II.

Die zweite Fundstelle im Elmer Tunnel befindet sich 3523,5 m vom Südportal und 76,5 m vom Nordportal. Die Tierreste, welche sie geliefert hat, zeigen die nämliche Erhaltungsart wie die von der ersten. Die Umhüllungsmasse, in welcher das eine der Fundstücke noch eingebettet liegt, ist ein feiner schwarzer glimmeriger Quarzsand, der vereinzelte bläuliche Tonknötchen und sehr fragmentäre Fischreste enthält. Bei der Analogie des Erhaltungszustandes erscheint es wahrscheinlich, dass die Materialien von Fundstelle I in einem ähnlichen Sediment gelegen haben.

Ursavus elmensis n. spec.

(Figur 5—7)

1. Ein Fragment der linken Mandibel mit noch ganz frischen M_2—P_2, dem Alveolus von M_3 und der Hinterwurzel von P_3 (Figur 5).
2. Ein linker unterer Canin, ebenso frisch erhalten wie die obigen Zähne und offenbar zum selben Individuum gehörig (Figur 6).
3. Ein sehr defekter oberer M_1, seiner fortgeschrittenen Usur nach von einem erheblich ältern Individuum herrührend (Figur 7).

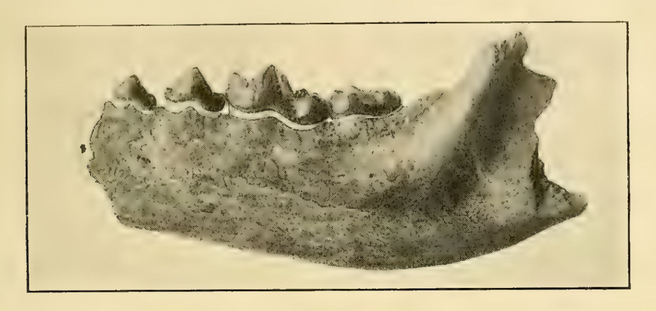
Ob eine zerquetschte Masse von Wirbelfragmenten, die mit diesen Fundstücken aufgehoben worden ist, ebenfalls zu Ursavus gehört, muss ich dahingestellt sein lassen.

Überreste des Genus Ursavus sind bis jetzt von sechs Lokalitäten bekannt, die alle dem Vindobonien angehören: Kieferstädtl und königlich Neudorf bei Oppeln[9]) (Schlesien), Steieregg, Voitsberg[10]) und

[9]) *R. N. Wegner,* Tertiär und umgelagerte Kreide bei Oppeln (Oberschlesien). Palaeontographica LX, 1913, p. 228.

[10]) *A. Hofmann,* Über einige Säugetierreste aus der Braunkohle von Voitsberg und Steieregg bei Wies, Steiermark. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt XXXVII, 1887, p. 207. — Idem, Beiträge zur miocänen Säugetierfauna von Steiermark. Ibidem, XLII, 1893, p. 63. — *M. Schlosser,* Über die Bären und bärenähnlichen Formen des europäischen Tertiärs. Palaeontographica XLVI, 1899, p. 101.

Leoben[11]) (Steiermark) und La Grive-Saint-Alban[12]) (Isère). Wegner fasst sie alle unter der Bezeichnung „Ursavus brevirhinus Hofmann" zusammen, während Schlosser geneigt ist, die Form von La Grive-







Figur 5.

Figur 5. *Ursavus elmensis* n. spec., Mand. sin. mit M_2—P_2, von aussen, oben und innen. — Elmer Tunnel 3523,5 m ab Südportal. — Sammlung der k. geol. Landesanstalt in Berlin. — $^1/_1$.

Saint-Alban als besondere Species „Ursavus primaevus Gaillard" gelten zu lassen. Die Materialien von La Grive, sowie auch die erst seit Schlossers Publikation bekannt gewordenen von Oppeln, rühren

---

11) *K. Redlich,* Neue Beiträge zur Kenntnis der tertiären und diluvialen Wirbeltierfauna von Leoben. Verhandl. d. k. k. Reichsanstalt 1906, p. 167.

12) *Ch. Depéret* l. c. 1892, p. 22, Pl. I, Fig. 7 („Lutra dubia"). — *Cl. Gaillard,* l. c. 1899, p. 44.

in der Tat von etwas grössern und progressivern Individuen her als die übrigen; es ist sehr wohl möglich, dass sie auch chronologisch dem pontischen Ursus Böckhi Schlosser etwas näher stehen als diese. Ob man sie spezifisch von denselben abtrennen will, ist Geschmacksache.

Die vorliegenden Materialien von Elm scheinen mir einen evidenteren Anspruch auf einen besondern Speciesnamen zu haben, sowohl wegen ihrer ausserordentlich schwachen Dimensionen, als wegen einer Reihe von strukturellen Abweichungen.

Die Dimensionen der an der Mandibel (Figur 5) erhaltenen Backenzähne sind folgende:

M_2—P_1 Länge	0,032,
M_2 Länge	0,0102,
M_2 Breite vorn	0,0064,
M_2 Breite hinten	0,0055,
M_1 Länge	0,014,
M_1 Maximale Breite	0,006,
P_1 Länge	0,0085,
P_2 Länge	0,0065.

Dagegen betragen die Längen von M_2 und M_1 in Steieregg 0,0118 und 0,016, in Voitsberg 0,012 und 0,018, in Oppeln 0,0138 und 0,0192, in La Grive 0,014 (an einem Exemplar der Basler Sammlung) und 0,02 (0,018).

Der M_3 war schräg eingepflanzt, wie an den Mandibeln von Oppeln und Voitsberg, indem der Kieferrand, wie dort, schon bei M_2 gegen den Ramus ascendens anzusteigen beginnt. Er hatte bloss eine einzige Wurzel, aber offenbar eine länglichere Krone als das von Hofmann und Schlosser abgebildete Exemplar von Voitsberg. Vielleicht war er auch relativ etwas grösser.

M_2 und M_1 sind relativ schmäler als bei den bis jetzt beschriebenen Ursavi und haben zugleich schärfere Kanten und Spitzen, zeigen aber keinerlei Neigung zur Schmelzfältelung, sodass sich ihr Gesamthabitus etwas mehr von dem von Ursus entfernt.

An M_2 ist auch die Verschmälerung des Umrisses nach hinten zu etwas accentuierter als bei den grössern Exemplaren. Die vordere Trigonidspitze steht unmittelbar vor der innern; sie ist sehr scharf ausgegliedert und noch ziemlich kräftig. An einem mir vorliegenden gleichfalls ganz frischen M_2 von La Grive-Saint-Alban finde ich dieses Element zwar deutlich entwickelt, aber weniger scharf ausgegliedert und erheblich schwächer; an den Exemplaren von Voitsberg, Steieregg und Oppeln scheint es sich kaum geltend zu machen.

Die beiden hintern Innenhügel sind sowohl an M_2 als an M_1 sehr scharf ausgegliedert und zwar ist an ersterm der hintere unbedeutend

stärker als der vordere, an letzterem dagegen der vordere erheblich stärker als der hintere.

Die Einschnitte zwischen vorderer und äusserer und zwischen äusserer und innerer Trigonidspitze des M_1 sind etwas tiefer als bei U. brevirhinus und bilden einen etwas weniger stumpfen Winkel.

Ein Aussencingulum ist nur vorn an M_1 ganz schwach angedeutet.

P_1 und P_2 sind durch ein etwas grösseres Diastama von einander getrennt als an den Mandibeln von Oppeln, Steieregg und Voitsberg. An beiden Zähnen zeigt die Basis an der Innenseite, etwas hinterhalb der Mitte, eine Ausbauchung.

An P_1 ist sowohl die Vorderknospe als der Talon schärfer markiert als an dem Exemplar von Oppeln. Der Talon entwickelt



Figur 6.

Figur 6. *Ursavus elmensis* n. spec., C inf. sin., von aussen. — Elmer Tunnel 3523,5 m ab Südportal. — Sammlung d. k. geol. Landesanstalt in Berlin. — 1/1.

zwei hinter einander gestellte Warzen, deren hintere sich beiderseits nach vorn ein Stück weit in ein Cingulum auszieht.

P_2 ist, wie an den Mandibeln von Voitsberg und Steieregg, relativ etwas stärker als bei dem Individuum von Oppeln.

An beiden Praemolaren macht sich das Aussencingulum nur in der Vorderhälfte ganz schwach bemerkbar; etwas deutlicher, aber auch nur verschwommen, ist an P_2 ein Innencingulum markiert.

Über P_3 lässt sich nur aussagen, dass er wie seine hintern Nachbarn zweiwurzlig war und dass er, wie an der Mandibel von Steieregg weniger unmittelbar an P_2 anschloss als bei dem Exemplar von Oppeln.

Der Mandibelknochen erinnert sehr an das letztere, nur liegen die beiden Foramina mentalia etwas weiter vorn, das hintere unter der Hinterwurzel von P_2, das vordere unter der Hinterwurzel von P_3, was wohl mit der geringern Zusammendrängung der Praemolarreihe zusammenhängen wird.

Der untere Canin misst von der Kronenspitze bis zum Wurzelende in gerader Linie 0,03, der maximale Längsdurchmesser seines Wurzelquerschnittes 0,009. Er ist transversal komprimierter als der Ursuscanin und seine hintere Kronenkante hebt sich infolgedessen mehr hervor.

An dem obern M_1 ist leider die grössere Hälfte der Krone, umfassend die beiden Aussenhügel und ein Stück der Innenhügelbasis, weggebrochen. Was vorliegt, ist gleichwohl vollständig genug, um die bedeutsame Tatsache erkennen zu lassen, dass der Kronenumriss weniger längsgedehnt als bei M. brevirhinus und seine vordere Innenecke noch kaum markiert ist. Der Zahn steht also in seinem Gesamthabitus dem Ursustypus um einen Schritt ferner als der M_1 der bis jetzt bekannten Ursavi und erinnert in seinem Kronenumriss mehr an sein Homologon bei Hemicyon und weiterhin bei Cephalogale etc. Strukturell stimmt seine Innenhälfte mit Ursavus brevirhinus überein; wie dort erhebt sich der hintere Innenhügel von beschränkterer Basis als der innig mit ihm verwachsene vordere, überragt denselben um ein weniges.



Figur 7.

Figur 7. *Ursavus elmensis* n. spec., M_1 sup. sin. von unten. — Elmer Tunnel 3523,5 m ab Südportal. — Sammlung der k. geol. Landesanstalt in Berlin. — 1/1.

Die hervorgehobenen Abweichungen gegenüber den bisher bekannten Ursavi scheinen mir vollauf genügend, um das Tier von Elm spezifisch von denselben abzutrennen. Man könnte sich sogar fragen, ob es nicht angebracht wäre, der Elmer Form einen neuen Genusnamen beizulegen. Da sie indessen zu Ursavus zweifellos in näherer Beziehung steht als zu Hemicyon, Hyaenarctos etc., so nenne ich sie vorderhand „Ursavus elmensis n. spec.“

Stratigraphische Schlussbetrachtung.

Brachyodus onoïdeus ist ein Einwanderer des Burdigalien. Ich habe zwar vor einigen Jahren[13]) geglaubt, eine auffallend kleine Brachyodusmandibel (Sammlung Bourgeois in Pontlevoy) von der

[13]) *H. G. Stehlin,* Notices paléomammologiques sur quelques dépôts miocènes des bassins de la Loire et de l'Allier. Bull. soc. géol. de France (4) VII, 1907, p. 535.

Lokalität Chitenay bei Blois, welche das unterste Burdigalien zu repräsentieren scheint, auf ein Bindeglied zwischen dem Brachyodusstamme unseres europäischen Oligocäns und Brachyodus onoïdeus beziehen zu dürfen, bin aber seitdem durch neue Beobachtungen eines bessern belehrt worden. Einerseits nämlich sind mir inzwischen von derselben Lokalität Brachyodusmaterialien bekannt geworden, welche denjenigen des typischen B. onoïdeus aus den Sanden des Orléanais in der Grösse um nichts nachstehen, sodass ich mich heute gezwungen sehe, jene kleine Mandibel der Sammlung Bourgeois einfach auf ein ausnahmsweise schwaches Individuum des letztern zu beziehen.[14]) Andererseits habe ich die machaerodusartigen obern Eckzähne der oligocänen Brachyodus kennen gelernt, welche, wie mir scheint, entschieden gegen eine direkte Beziehung dieser Tiere zu B. onoïdeus sprechen. Ein bei Eggenburg gefundener Eckzahn dieses letztern ist seinerzeit von Depéret[15]) beschrieben und abgebildet worden. Er ist zwar auch scharfkantig, aber der Beschreibung nach transversal lange nicht so komprimiert und offenbar auch nicht so hochkronig wie derjenige des B. borbonicus; die für diesen charakteristische Zähnelung der Kanten fehlt ihm; dagegen zeigt sein Schmelzbelag dieselbe üppige Fältelung und Körnelung wie derjenige der Molaren, während der Eckzahn von B. borbonicus glatt ist. Dass die schon so hoch spezialisierte Eckbezahnung von B. borbonicus bei weiterer Entwicklung die Züge derjenigen von B. onoïdeus annehmen konnte, halte ich für ausgeschlossen.

Die Gegenwart des B. onoïdeus gestattet uns also mit grosser Bestimmtheit auf Miocän zu schliessen. Ob sie ebenso bestimmt die unterste Stufe des Miocäns, das Burdigalien, anzeigt, könnte im Hinblick auf den von Mayet[16]) beschriebenen Fund aus den Faluns der

---

[14]) *Mayet* hat auf dieses Fundstück inzwischen eine neue Species, B. intermedius, gegründet. — *L. Mayet,* Etude des mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine. Annales de l'université de Lyon (I) XXIV, 1908, p. 174.

[15]) *Ch. Depéret,* Über die Fauna von miocänen Wirbeltieren aus der ersten Mediterranstufe von Eggenburg. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien CIV, 1895, p. 400, Tab. 1 Fig. 3. — *Mayet* bezieht l. c. p. 178 einen, allem Anschein nach wesentlich anders gestalteten, obern Caninen von Neuville-au-bois (Pl. VII, Fig. 2) auf B. onoïdeus, lässt sich aber weder auf eine Beschreibung desselben noch auf eine Erörterung der Abweichungen ein, die er gegenüber dem, schwerlich falsch gedeuteten, Exemplar von Eggenburg darbietet. Dieser Zahn von Neuville sieht demjenigen des B. borbonicus noch unähnlicher als der von Eggenburg.

[16]) *L. Mayet*, Etude sommaire des mammifères fossiles des Faluns de la Touraine. Annales de l'université de Lyon (I) XXVI, 1909, p. 39. — *Mayet* schlägt für diesen Zahn die Bezeichnung »B. onoïdeus mut. turonensis« vor, gibt derselben aber keine morphologische Begründung.

Touraine in Frage gezogen werden. Allein dieser ganz vereinzelte Zahn von Savigné-sur-Lathan kann doch kaum als hinlänglicher Beweis dafür gelten, dass B. onoïdeus in Europa das Burdigalien überdauert hat. Mayet selbst hat schon darauf hingewiesen, dass er an sekundärer Lagerstätte gefunden sein könnte. Es wäre vielleicht auch an die Möglichkeit zu denken, dass ein Teil der Faluns der Touraine ins Burdigalien zurückreicht. Ich weiss nicht, ob dieselbe schon hinlänglich geprüft worden ist. A priori wäre es wohl denkbar, dass die marine Transgression die Touraine früher erreicht hat als das Blesois, zumal da im Garonnebecken analoges festgestellt ist.

Jedenfalls ergibt sich aus der Gesamtverbreitung des Brachyodus onoïdeus im europäischen Miocän ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Fund aus der Braunkohlengrube von Elm und damit diese Braunkohle selbst dem Burdigalien zuzuweisen ist. Die mit dem Brachyoduszahn gefundenen Carnivorenreste sind, wie wir gesehen haben, eher geeignet, diesen Schluss zu stützen als ihn zu widerlegen, fallen aber in Anbetracht ihrer Kümmerlichkeit kaum ins Gewicht.

Anchitherium ist eine der charakteristischsten Gestalten in der Schar der miocänen Einwanderer; dass auch die Fundstelle I im Elmer Tunnel dem Miocän angehört, steht daher ausser Zweifel. Die Dimensionen der daselbst gefundenen Anchitheriumreste sprechen eher für Burdigalien als für Vindobonien, schliessen aber das letztere nicht sicher aus.

Ursavus elmensis, als eine bisher nirgends gefundene Species, gestattet uns keinen zuversichtlichen Rückschluss auf das Alter der Tunnelfundstelle II. Da er aber zu einer Vindobonienart in naher Beziehung steht und da im obern Oligocän, dessen Carnivorenfauna relativ reichlich belegt ist, noch keine Spur eines Tieres, das zum Bärenstamme in direkter Beziehung stehen könnte, gefunden worden ist, so werden wir wohl kaum fehlgehen, wenn wir auch ihn zu den miocänen Einwanderern rechnen.

Nichts spricht somit dagegen, dass alle drei Fundstellen derselben Phase des Tertiärs angehören und vieles dafür, dass diese Phase das Burdigalien ist. Doch begrenzt unser Befund die Möglichkeit der stratigraphischen Rubrizierung nach oben weniger sicher als nach unten.

In diesem Punkte, in dem sich die palaeontologischen Anhaltspunkte als unzulänglich erweisen, lässt sich unser Schluss nun aber noch durch ein Argument anderer Ordnung präzisieren. Nach den Herren Fischer und Wenz[17]) treten in der uns beschäftigenden

[17]) *K. Fischer* und *W. Wenz*. Das Tertiär der Rhön und seine Beziehungen zu andern Tertiärablagerungen. Jahrbuch der k. preussischen geol. Landesanstalt 1914.

Region in ziemlicher Verbreitung Ablagerungen auf, welche durch ihre Molluskenführung als Äquivalente der schwäbischen Sylvanakalke, also als Vindobonien, gekennzeichnet sind. Diese Ablagerungen sind gleichzeitig mit dem Beginn der Basaltausbrüche in Rhön. Sie bestehen entweder selbst aus basaltischen Tuffen oder werden von solchen unterlagert.[18]) Im Profil der Elmer Braunkohlengrube treten nun aber, nach gütiger Mitteilung von Herrn Dr. Wenz, die basaltischen Materialien erst über dem Braunkohlenflöz auf, und die Ablagerungen im Tunnel enthalten nach den mir gewordenen Aufklärungen auch keine solchen.

Unser Säugetierhorizont ist also nachaquitanisch und vorbasaltisch.

Ob „vorbasaltisch" kurzweg gleichbedeutend ist mit „vorvindobonisch" bleibt immerhin noch etwas zweifelhaft. Es steht zu hoffen, dass neue Säugetierfunde aus der Braunkohlengrube auch diese letzte Frage bald entscheiden werden.

Naturhistorisches Museum in Basel, 30. Dez. 1916.

---

[18]) Wie mir Herr Wenz schreibt, sind solche Tuffe mit Melania escheri und Vivipara auch beim Elmer Tunnelbau angetroffen worden, aber *nicht* an den Stellen, welche die Säugetierreste geliefert haben.

Zur Theorie der isostatischen Reduktion der Schwerebeschleunigung.

Mit einer Tafel (II).

Von

Th. Niethammer.

I.

Es ist üblich, die beobachteten Schwerebeschleunigungen je nach dem Zweck ihrer Verwendung nach zwei verschiedenen Methoden auf ein einheitliches Niveau zu reduzieren. Beim *Faye*'schen Verfahren denkt man sich die äusseren, oberhalb des Meeresniveaus gelegenen Massen zu einer Flächenschicht im Meeresniveau kondensiert. Bezeichnet man mit g die im Punkte P in der Meereshöhe H beobachtete Schwerebeschleunigung und mit Δg ihre Änderung in freier Luft beim Übergang vom Punkte P zu dem vertikal darunter gelegenen Punkte Q dicht über dem Meeresniveau, so stellt, wenn man den Wert

$$g_0 = g + \Delta g \qquad (1)$$

mit dem theoretischen Wert γ_0 der Schwere im Meeresniveau vergleicht, die Differenz

$$g_0 - \gamma_0 = (g + \Delta g) - \gamma_0 \qquad (2)$$

die totale Schwerestörung im Meeresniveau dar.

Dieses Verfahren liefert im allgemeinen für die Schwerestationen im Flachlande geringe Abweichungen $g_0 - \gamma_0$; wird es dagegen auf Schwerestationen im Gebirge angewendet, so erhält man grosse positive oder negative Differenzen, je nachdem sich die Station über oder unter der mittleren Höhe der umgebenden Massen befindet (vergl. z. B. Band XXIII dieser Verhandlungen, Seite 194 ff.). Sobald die äusseren Massen das Stationsniveau überragen, ist die Anziehung der kondensierten Massen auf den Punkt Q nicht gleich gross wie die Anziehung der Massen vor der Kondensation auf den Punkt P; deshalb werden die Schwerebeschleunigungen von Gebirgsstationen durch das Faye'sche Verfahren nicht auf vergleichbare Werte zurückgeführt.

Das *Bouguer*'sche Verfahren unterscheidet sich vom Faye'schen dadurch, dass die Schwerewerte von der Anziehung der äusseren Massen in der Umgebung der Station befreit werden. Bezeichnen wir mit Δg_1 die vertikale Komponente der Anziehung dieser Massen auf den Punkt P, so ist

$$g_0'' = g + \Delta g - \Delta g_1 \quad (3)$$

derjenige Wert der Schwerebeschleunigung, den man im Punkte Q beobachtet hätte, wenn man sich die äusseren Massen in der Umgebung der Station weggenommen denkt. In der Differenz

$$g_0'' - \gamma_0 = (g + \Delta g - \Delta g_1) - \gamma_0 \quad (4)$$

kommt also nur noch die Wirkung der Massenstörung unterhalb des Meeresniveaus zum Ausdruck.

In Gebirgsgegenden sind die Differenzen $g_0'' - \gamma_0$ fast durchweg kleiner als null und nehmen im allgemeinen umso grössere negative Werte an, je grösser die durchschnittlichen Erhebungen der Gebirgsmassen sind. Beide Verfahren, sowohl das Faye'sche als das Bouguer'sche, lassen aber nicht erkennen, ob die auf Gebirgsstationen beobachtete Schwere normal sei oder nicht; als normal ist die Schwere einer Gebirgsstation dann anzusehen, wenn der tatsächlich vorhandene Massendefekt unterhalb des Meeresniveaus durch die äusseren Gebirgsmassen vollständig kompensiert wird.

Um diesen Nachteil zu vermeiden, hat *Hayford* ein Reduktionsverfahren vorgeschlagen, bei welchem die Wirkung des Massendefektes unter den Gebirgen oder des Massenüberschusses unter den Meeren in Rechnung gezogen wird.[1]) Das wird möglich, wenn man die Pratt'sche Hypothese, wonach vertikale Prismen von gleichem Querschnitt, die von der äusseren Begrenzung der Erde bis zu einer gemeinsamen Niveaufläche im Erdinnern gehen, an verschiedenen Stellen der Erde gleich viel Masse enthalten, so bedingt, dass die Grösse und Lage des Massendefektes oder Überschusses als bekannt angesehen werden kann. Hiezu nimmt Hayford an, es werde eine homogene Erdrinde erzeugt, wenn die äussern Massen lotrecht verschoben und unterhalb des Meeresniveaus gleichmässig bis zur Tiefe der gemeinsamen Niveaufläche, der sogenannten Ausgleichsfläche, verteilt werden oder wenn man den Massenüberschuss unterhalb des Meeres in gleicher Weise zur Kompensation der geringeren Dichte des Meereswassers verwendet. Mit andern Worten: die Hayford'sche Bedingung nimmt an, dass sich die Begrenzung der festen Erdober-

---

[1]) Vergleiche: The effect of topography and isostatic compensation upon the intensity of gravity, by John F. Hayford and William Bowie, Coast and Geodetic Survey, Special Publication N[0] 10, Washington 1912.

fläche im Massendefekt oder Überschuss wiederspiegle oder dass die Pratt'sche Hypothese auch für Prismen von kleinstem Querschnitt als giltig anzusehen sei. Es wird schon von Hayford bemerkt, dass unzweifelhaft die Kompensation der äusseren Massen oder des Meereswassers nicht in dieser Weise erfolgen könne. Diese Annahme hat aber den grossen Vorteil, die Berechnung der isostatisch reduzierten Schwerewerte sehr zu vereinfachen, indem sie gestattet, die ***Resultante*** aus der Anziehung der äusseren Massen und der Wirkung des Massendefektes oder Überschusses zu berechnen.

Die Dichte des Massendefektes (oder Überschusses) an irgend einer Stelle der Erdrinde ergibt sich nach dieser Annahme auf folgendem Wege. Die äussere Erdrinde zwischen dem Meeresniveau und der Ausgleichsfläche in der Tiefe T sei ursprünglich eine homogene Schale von der Dichte Θ_0 gewesen. Eine Massenerhebung über dem Meeresniveau von der Höhe h sei dadurch entstanden, dass die homogene Schicht unter gleichmässiger Dichteverminderung gehoben wurde, bis sie das Niveau h erreicht hatte. Bezeichnen wir die neue Dichte mit δ, so besteht, wenn man, wie Hayford, von der Erdkrümmung absieht, die Beziehung

$$(T + h)\,\delta = T.\,\Theta_0 \tag{5}$$

aus welcher man für die Dichte Θ des Massendefektes erhält:

$$\Theta = \delta - \Theta_0 = -\frac{h}{T + h}\,\Theta_0 \tag{6}$$

Statt dessen darf in ausreichender Annäherung angenommen werden:

$$\Theta = -\frac{h}{T}\,\Theta_0 \tag{a}$$

Die hiebei begangene Vernachlässigung läuft darauf hinaus, dass man den äusseren Massen statt der nach Gleichung (5) variabeln Dichte δ die konstante Dichte Θ_0 zuschreibt, wie aus der Form $T\,\Theta = -h\,\Theta_0$ erkannt wird.

Bei strengerer Rechnung hat man die Erdkrümmung zu berücksichtigen. Sieht man die Erde als Kugel vom Radius R an, so hat man statt der Gleichung (5) die Beziehung

$$\left\{ (R + h)^3 - (R - T)^3 \right\} \delta = \left\{ R^3 - (R - T)^3 \right\} \Theta_0 \tag{7}$$

Entwickelt man nach Potenzen von $\frac{h}{R}$ und $\frac{T}{R}$ und setzt

$$T\,(1 - \frac{T}{R}) = T'$$

so folgt, wenn Glieder von der Ordnung $\frac{h}{R}$ und $\frac{T^2}{R^2}$ vernachlässigt werden, die der Gleichung (6) analoge Form:

$$\Theta = \delta - \Theta_0 = -\frac{h}{T' + h}\Theta_0 \qquad (8)$$

Statt dessen darf wieder in ausreichender Annäherung gesetzt werden:

$$\Theta = -\frac{h}{T'}\Theta_0 \qquad (b)$$

Berechnet man den Massendefekt nach dem Ausdruck (a) statt nach (b), so begeht man einen Fehler von der Ordnung $\frac{T}{R}$ d. i. nahezu 2% für T = 120 km.

Für die Dichte Θ des Massenüberschusses unterhalb des Meeres erhält man, wenn die Tiefe des Meeresbodens gleich t und die Dichte des Meereswassers gleich Θ_w gesetzt wird, entsprechend der Gleichung (b):

$$\Theta = \frac{t}{T'}(\Theta_0 - \Theta_w) \qquad (b')$$

Auf Grund des Ausdruckes (a) oder (b) für die Dichte des Massendefektes (oder Überschusses) kann, wenn T als bekannt vorausgesetzt wird, die Resultante aus der Wirkung der äusseren Massen und des Massendefektes auf den Punkt P berechnet werden. Bezeichnen wir die vom Massendefekt (oder Überschuss) allein herrührende Komponente dieser Wirkung mit Δg_2, so ist die Resultante Δg_i gleich

$$\Delta g_i = \Delta g_1 + \Delta g_2$$

Reduziert man die normale Schwere γ_0 im Meeresniveau mittels der normalen Änderung Δg auf das Niveau der Beobachtungsstation:

$$\gamma = \gamma_0 - \Delta g$$

und vermehrt γ um den Betrag Δg_i, so erhält man für die normale Schwere γ im Stationsniveau:

$$\gamma_i = \gamma + \Delta g_i = \gamma_0 - \Delta g + \Delta g_i$$

In der Differenz zwischen dem beobachteten Wert g der Schwerebeschleunigung und dem *isostatisch* reduzierten Normalwert γ_i:

$$g - \gamma_i = (g + \Delta g - \Delta g_i) - \gamma_0 \qquad (9)$$

kommen nun diejenigen Massen zum Ausdruck, welche eine Störung darstellen gegenüber der ideellen Massenverteilung in der Erdrinde, die vorhanden wäre, wenn die Hayford'sche Bedingung der Wirklichkeit entspräche.

Hayford hat nach diesem Verfahren die Schwereabweichungen $g - \gamma_i$ von 89 Stationen, die über die Vereinigten Staaten von Nordamerika verteilt sind, berechnen lassen, indem die Wasser- und Landmassen der gesamten Erde in die Rechnung einbezogen wurden, und

findet zwischen den Mittelwerten von Stationsgruppen gleicher topographischer Lage überraschend kleine Differenzen $(g-\gamma_i)$.[2]) Das Verfahren wurde von Hayford auch auf die Schwerewerte einiger ausseramerikanischer Stationen angewendet, unter welchen sich zwei Schwerestationen der Schweizerischen Geodätischen Kommission befinden, nämlich die Stationen St. Maurice und Gornergrat. Die Wahl dieser beiden Stationen ist offenbar dadurch veranlasst worden, dass sie topographisch sehr verschieden liegen, nach dem Bouguer'schen Verfahren aber die gleiche Schwereabweichung $g''_0-\gamma_0$ aufweisen. Um die Brauchbarkeit des Hayford'schen Verfahrens für Schwerestationen im Gebirge zu prüfen, habe ich seinerzeit 11 weitere schweizerische Schwerestationen darnach berechnet. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist im Procès-verbal de la 56me séance de la Commission géodésique suisse 1910, Seite 43 ff. publiziert. Dieser Stelle ist die nachstehende Zusammenstellung der Schwereabweichungen dieser 13 Stationen nach dem Bouguer'schen und Hayford'schen Verfahren entnommen:

Station	Seehöhe	Geographische Breite	Geographische Länge östlich Greenwich	Δg_i	$g-\gamma_i$ Hayford	$g''_0-\gamma_0$ Bouguer
	m			cm sec^{-2}	cm sec^{-2}	cm sec^{-2}
St. Maurice	419	46° 13.'0	7° 0.'2	− 0.091	+ 0.006	− 0.108
Sitten	514	14.1	7 21.5	− 0.082	− 0.007	− 0.130
Iselle	630	12.5	8 12.1	− 0.105	+ 0.004	− 0.123
Visp	649	17.6	7 53.0	− 0.090	− 0.002	− 0.136
Brig	683	19.7	8 0.4	− 0.085	− 0.003	− 0.133
Gsteig	1185	23.2	7 16.2	− 0.001	+ 0.022	− 0.095
Zermatt	1603	1.5	7 45.0	− 0.006	+ 0.041	− 0.108
Simplonhospiz	1998	14.9	8 1.9	+ 0.076	+ 0.013	− 0.131
Sanetsch	2041	19.2	7 17.2	+ 0.085	+ 0.021	− 0.111
Chanrion	2435	45 56.3	7 22.9	+ 0.113	+ 0.044	− 0.113
Grd. St. Bernard	2473	52.1	7 10.4	+ 0.131	+ 0.009	− 0.136
Schwarzsee	2582	59.5	7 42.7	+ 0.125	+ 0.055	− 0.105
Gornergrat	3016	59.0	7 46.8	+ 0.165	+ 0.052	− 0.109

Wie hieraus ersichtlich ist, liefert das Hayford'sche Verfahren, absolut genommen, erheblich kleinere Schwereabweichungen als das Bouguer'sche. Betrachtet man indessen die relativen Änderungen, so muss auffallen, dass innerhalb des die obigen Stationen umfassenden Gebietes nach dem Hayford'schen Verfahren grössere Variationen bestehen als nach dem Bouguer'schen; die Differenz zwischen Maximal-

[2]) Siehe a. a. O. Seite 75 ff.

und Minimalwert beträgt im ersten Fall 62, im zweiten Fall 41 Einheiten der dritten Dezimalstelle. Wenn man versucht, auf einer Karte Kurven gleicher Anomalie für die Hayford'schen Werte zu konstruieren, so entsteht ein Bild, das einerseits mit dem Verlauf der Linien nach dem Bouguer'schen Verfahren grosse Ähnlichkeit hat, in dem sich aber andrerseits deutlich eine Abhängigkeit von der Stationshöhe und von der durchschnittlichen Erhebung der Gebirgsmassen ausdrückt. Man wird von vorneherein geneigt sein, hierin eine Folge der nicht zutreffenden Voraussetzung Hayfords zu sehen, wonach sich im Massendefekt die äussere Begrenzung der Erdoberfläche wiederspiegelt. Der wirklichen Massenverteilung in der Erdrinde kommt jedenfalls die Annahme näher, dass für den Massendefekt unterhalb einer Gebirgsgegend nur die *durchschnittliche* Terrainerhebung innerhalb einer bestimmten Fläche massgebend sei. Wie gross diese Fläche anzunehmen sei, darüber fehlen bis jetzt noch bestimmte Anhaltspunkte. Doch wird man in jedem Falle einen zutreffenderen Wert für die isostatische Reduktion berechnen, wenn man eine in horizontaler Richtung ausgeglichene Form der Erdoberfläche zu Grunde legt, insofern sich nur die Ausgleichung nicht über eine zu grosse Fläche ausdehnt. Wenn aber für die Dichte des Massendefektes eine ausgeglichene Terrainform massgebend ist, dann kann die isostatische Reduktion Δg_i nicht mehr nach Hayfords Vorgang berechnet werden, sondern es muss die Berechnung der Komponente Δg_1 der äussern Massen auf Grund der wirklichen topographischen Gestalt der Erdoberfläche und die Berechnung der Komponente g_2 des Massendefektes auf Grund des ausgeglichenen Terrains erfolgen.[3])

Zur Berechnung von Δg_1 oder Δg_2 denkt man sich die Erdrinde in einzelne Zonen geteilt durch konzentrische Kegelflächen, deren Spitze im Mittelpunkt der als Kugel vom Radius R angenommenen Erde liegt, und deren Axe mit der Lotrichtung der Beobachtungsstation zusammenfällt. Die Zonen werden durch vertikale Ebenen, die sich unter gleichem Winkelabstand in dieser Lotrichtung schneiden, in einzelne Sektoren zerlegt. Nach dem Hayford'schen Verfahren hat man dann in jedem einzelnen Zonensektor die mittlere Höhe zu bestimmen und kann dann den entsprechenden Betrag von Δg_i angeben. In der nächsten Umgebung der Station muss die Breite der Zonen sehr schmal angenommen werden, damit die wirkliche Terraingestalt genau berücksichtigt wird; die linear gemessenen Radien der ersten Zonen der Hayford'schen Einteilung sind in Metern:

[3]) Vergl. Seite 48 des erwähnten Procès-verbal; ferner: *O. E. Schiötz*, Ueber die Isostasie der Schwerkraftbestimmungen, und *Erich Hübner*, Beitrag zur Theorie der isostatischen Reduktion der Schwerebeschleunigung (Gerlands Beiträge zur Geophysik. XII. Band, Heft 4).

2, 68, 230, 590, 1280, 2290, 3520, 5240, 8440 etc.

Wenn aber Δg_2 auf Grund einer ausgeglichenen Terrainform berechnet wird, kann die Zonenbreite von Anfang an grösser angenommen werden. Da mit der Zunahme der Zonenbreite die Zahl der zu bestimmenden Höhen abnimmt, wird dadurch die Berechnung von Δg_2 viel expeditiver gestaltet. Die gesonderte Berechnung von Δg_1 und Δg_2 hat übrigens nur bis zu derjenigen Entfernung von der Station zu erfolgen, wo die Zonenbreite gleich oder grösser ist als die lineare Ausdehnung der Fläche, innerhalb deren die Erdoberfläche ausgeglichen wurde; für die weiter entfernt liegenden Massen genügt es, die Resultante Δg_i zu berechnen.

II.

1. Wir stellen uns zunächst die Aufgabe, für den Fall, dass eine Karte vorliege, welche mittels Horizontalkurven eine ausgeglichene Form des Terrains gibt, denjenigen Anteil an der isostatischen Reduktion Δg_2 zu bestimmen, der von den Massen innerhalb einer bestimmten Entfernung a herrührt, und zwar für verschiedene Annahmen für die Tiefe T der Ausgleichsfläche; dieser Anteil sei mit (Δg_2) bezeichnet.

Die Erdrinde denken wir uns in der angegebenen Weise durch ein System von Kegelflächen und Vertikalebenen in einzelne Abschnitte zerlegt. Die durchschnittliche Höhe innerhalb des Sektors einer Zone werde auf der Karte der ausgeglichenen Erdoberfläche abgelesen. Die Dichte des Massendefektes in dem diesem Abschnitt entsprechenden Raume zwischen dem Meeresniveau und der Niveaufläche in der Tiefe T ist dann durch den Ausdruck (b) gegeben. Die Vertikalkomponente der Anziehung, welche eine über diesen Raum gleichmässig verteilte Masse von der Dichte Θ auf die Beobachtungsstation P in der Meereshöhe H ausübt, sei mit $\mathfrak{A}_P$ bezeichnet. Summieren wir $\mathfrak{A}_P$ über sämtliche Sektoren und sämtliche Zonen innerhalb der Entfernung a, so erhalten wir für (Δg_2):

$$(\Delta g_2) = \Sigma\, \mathfrak{A}_P \tag{10}$$

Wenn wir den Radius R unendlich gross werden lassen, womit die Erde in der Umgebung der Station bis zur Entfernung a als eben vorausgesetzt wird, soll $\mathfrak{A}_P$ in A_P, d. i. in die Anziehungskomponente eines Hohlzylindersektors, übergehen. In jedem Abschnitt wird $\mathfrak{A}_P$ in einem bestimmten Verhältnis zu A_P stehen, sodass wir setzen können:

$$\mathfrak{A}_P = \Phi .\, A_P \tag{11}$$

wo der Faktor Φ für die einzelne Zone konstant ist. Denken wir uns nun die Beobachtungsstation P lotrecht verschoben bis in den Punkt Q dicht über dem Meeresniveau, so soll A_P in den Wert A_Q übergehen und man kann wieder setzen

$$A_P = (1 + f)\ A_Q. \qquad (12)$$

A_Q bezieht sich auf eine beliebige Annahme für die Tiefe T. Für einen speziellen Fall $T = T_0$ gehe A_Q in A_Q^0 über und es sei

$$A_Q = F_0\ A_Q^0 \qquad (13)$$

Für $\mathfrak{A}_P$ erhält man somit durch die Einführung der Ausdrücke (11), (12) und (13):

$$\mathfrak{A}_P = F_0\ A_Q^0 + F_0\ f\ A_Q^0 + (\Phi - 1)\ F_0\ A_Q^0 + (\Phi - 1)\ F_0\ f\ A_Q^0 \qquad I$$

Die beiden ersten Glieder der rechten Seite dieser Gleichung entsprechen der Annahme, die Berechnung von $\mathfrak{A}_P$ könne erfolgen unter der Voraussetzung, dass die Erdkrümmung vernachlässigt werden dürfe; die beiden letzten Glieder, die den Faktor $(\Phi - 1)$ enthalten, berücksichtigen den bei dieser Voraussetzung begangenen Fehler.

Zunächst suchen wir für A_Q^0 d. i. die Vertikalkomponente der Anziehung eines Hohlzylindersektors von bekannter Dichte auf den Punkt Q, einen möglichst einfachen Ausdruck; die übrigen in Formel I vorkommenden Grössen F_0, f und $(\Phi - 1)$ sind dann bestimmt, wenn für die Tiefe T der Ausgleichsfläche und die Höhe H der Beobachtungsstation spezielle Annahmen eingeführt werden.

Bestimmung von A_Q^0. Die Anziehung eines Hohlzylinders von der Höhe T_0 und mit dem inneren Radius a_1 und dem äusseren Radius a_2 auf dem Punkt Q ist, wenn k^2 die Konstante der allgemeinen Massenanziehung und Θ die Dichte bezeichnet, gegeben durch den Ausdruck[4])

$$2\pi k^2\ \Theta\ (a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T_0{}^2} - \sqrt{a_2^2 + T_0{}^2}) \qquad (14)$$

Setzt man für Θ den aus der Formel (a) folgenden Wert

$$\Theta = -\frac{h}{T_0}\ \Theta_0$$

ein, so wird, wenn der Hohlzylinder durch $\frac{n}{2}$ Vertikalebenen, die sich unter gleichen Winkeln in der Lotrichtung von Q schneiden, in Sektoren zerlegt wird, A_Q^0 gleich:

---

[4]) Siehe z. B. *Helmert,* Die math. und physik. Theorien der höheren Geodäsie, II. Teil, Seite 141 ff.

$$A_Q^o = -\frac{2\pi k^2}{n}\,\Theta_o\,\frac{a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T_o^2} - \sqrt{a_2^2 + T_o^2}}{T_o}\cdot h \qquad (15)$$

Die Radien a_1 und a_2 können bei gegebenen Werten von n, Θ_0 und T_0 so gewählt werden, dass A_Q^o gleich dem Produkt aus einer Potenz von 10 und der Höhe h wird. Als passende Annahme für die praktische Durchführung der Rechnung setzen wir, wenn h in Metern ausgedrückt wird:

$$A_Q^o = -h\cdot 10^{-6}\ \text{cm sec}^{-2} \qquad (16)$$

Das heisst: die Radien a_1 und a_2 müssen die Bedingung erfüllen:

$$\frac{2\pi k^2}{n}\cdot\Theta_o\,\frac{a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T_o^2} - \sqrt{a_2^2 + T_o^2}}{T_o}\,10^6 = 1 \qquad (17)$$

Wenn man für k^2 den aus der Gleichung

$$g = \frac{3}{4}\pi k^2\,\Theta_m\,R$$

folgenden Wert einführt und die nachstehenden, speziellen Zahlenwerte annimmt:

$n = 8$;	$g = 980{,}6$ cm sec^{-2}	(mittlere Schwerebeschleunigung)
$\Theta_o = 2{,}70$;	$\Theta_m = 5{,}52$	(mittlere Erddichte)
$T_o = 120$ km ;	$R = 6371$ km	(mittlerer Erdradius),

so wird die Bedingung (16) von dem folgenden Radiensystem erfüllt:

Zone	Radien der Hohlzylinder zur Berechnung von A_Q^o für $T_o = 120$ km km
	0,000
I	8,825
II	18,405
III	28,944
IV	40,726
V	54,160
VI	69,858
VII	88,773
VIII	112,484
IX	143,801
X	188,269

Liest man somit für diese Zoneneinteilung in je 8 Sektoren die durchschnittliche Höhe h in Metern ab und bildet die Summe der 8×10 Ablesungen, so stellt diese Summe, mit negativem Zeichen ge-

nommen, die isostatische Reduktion (Δg_2) dar in Einheiten der sechsten Dezimale von g in cm sec^{-2} unter der Annahme, dass der Punkt P mit dem Punkte Q dicht über dem Meeresniveau zusammenfalle und dass von der Erdkrümmung abgesehen werden könne.

Bestimmung von F_0. Aus der Definitionsgleichung (13) für F_0 und der Gleichung (15) folgt:

$$F_0 = \frac{A_Q}{A_Q^0} = \frac{a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T^2} - \sqrt{a_2^2 + T^2}}{a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T_0^2} - \sqrt{a_2^2 + T_0^2}} \cdot \frac{T_0}{T} \qquad (18)$$

Für die obige Zoneneinteilung und für die folgenden Annahmen von T:

$$T = 80,\ 100,\ 140,\ 160 \text{ km}$$

resultieren aus der Gleichung (18) die nachstehenden Werte von F_0:

Zone	$F_0 = \frac{A_Q}{A_Q^0}$			
	T = 80 km	100 km	140 km	160 km
I	1,4716	1,1908	0,8618	0,7572
II	1,4072	1,1701	0,8725	0,7736
III	1,3329	1,1454	0,8857	0,7938
IV	1,2506	1,1169	0,9013	0,8185
V	1,1637	1,0848	0.9202	0,8485
VI	1,0762	1,0500	0,9425	0,8850
VII	0,9920	1,0136	0,9684	0,9284
VIII	0,9143	0,9771	0,9976	0,9798
IX	0,8456	0,9418	1,0296	1,0388
X.	0,7876	0,9095	1,0634	1,1046

Bestimmung von f. Die Vertikalkomponente der Anziehung des Hohlzylindersektors auf den Punkt P in der Meereshöhe H ist durch den folgenden Ausdruck gegeben, wenn die Dichte nach Gleichung (a) angenommen wird:

$$A_P = -\frac{2\pi k^2}{n}\Theta_0 \frac{\sqrt{a_2^2 + H^2} - \sqrt{a_2^2 + (T+H)^2} - \sqrt{a_1^2 + H^2} + \sqrt{a_1^2 + (T+H)^2}}{T} \cdot h \quad (19)$$

Der Faktor f ist somit bestimmt durch die Gleichung:

$$1 + f = \frac{A_P}{A_Q} = \frac{\sqrt{a_2^2 + H^2} - \sqrt{a_2^2 + (T+H)^2} - \sqrt{a_1^2 + H^2} + \sqrt{a_1^2 + (T+H)^2}}{a_2 - a_1 + \sqrt{a_1^2 + T^2} - \sqrt{a_2^2 + T^2}} \quad (20)$$

In den Tabellen Seite 218—221 ist das Produkt $F_0 f$ für die verschiedenen Annahmen von T und für die einzelnen Zonen tabuliert.

Bestimmung von Φ. Die Anziehung einer sphärischen Scheibe mit dem inneren Radius (R—T) und dem äusseren Radius R auf den zentrisch über ihrer Mitte gelegenen Punkt P im Abstand $r' = R + H$ vom Erdmittelpunkt ist durch den Ausdruck gegeben:

$$2\pi k^2 \Theta \int_{R-T}^{R} \frac{r^2}{r'^2} \left(1 - \frac{r'\cos\psi - r}{E}\right) dr \tag{21}$$

Hierin bezeichnet ψ den Winkel, den die Lotrichtung in P mit dem vom Erdmittelpunkt nach dem äusseren Rand der Scheibe gezogenen Radius bildet, und E ist gleich:

$$E = +\sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr'\cos\psi}$$

Das Integral lässt sich, wie Hübner gezeigt hat[5]), ausführen; sein Wert, der mit α bezeichnet sei, ist gleich

$$\alpha = \Bigg[\frac{r^3}{3r'^2} + E\left(\frac{r^2}{3r'^2} + \frac{r\cos\psi}{3r'} - \frac{2}{3} + \cos^2\psi\right) - \cos\psi \sin^2\psi . \; r' \lg (r - r'\cos\psi + E) \Bigg]_{R-T}^{R} \tag{22}$$

Mit $\psi_1 = \frac{a_1}{R}$ und $\psi_2 = \frac{a_2}{R}$ erhalten wir somit für $\mathfrak{A}_P$ den Ausdruck:

$$\mathfrak{A}_P = \frac{2\pi k^2}{n} \Theta \left[\alpha\right]_{\psi_1}^{\psi_2}$$

oder

$$\mathfrak{A}_P = -\frac{2\pi k^2}{n} \Theta_0 \left[\frac{\alpha}{T'}\right]_{\psi_1}^{\psi_2} \cdot h \tag{23}$$

wenn der Wert, der aus der Gleichung (b) für die Dichte Θ des Massendefektes resultiert, eingeführt wird. Die Faktoren Φ sind dann nach der Definitionsgleichung (11) bestimmt durch:

$$\Phi = \frac{\mathfrak{A}_P}{A_P}$$

wo $\mathfrak{A}_P$ und A_P durch die Gleichungen (23) und (19) gegeben sind.

---

[5]) Siehe a. a. O. Seite 598 ff.

Der bedeutende Aufwand an Rechnungsarbeit, den die Bestimmung von Φ nach dieser Formel erfordert, lässt sich umgehen, wenn man annehmen darf, dass man für das Verhältnis von $\mathfrak{A}_P$ zu $\mathfrak{A}_Q$, in welchen Wert $\mathfrak{A}_P$ für H = o übergehen soll, setzen könne:

$$\frac{\mathfrak{A}_P}{\mathfrak{A}_Q} = \frac{A_P}{A_Q} = 1 + f \qquad (24)$$

Denn dann braucht nur $\mathfrak{A}_Q$ berechnet zu werden und die langwierige Berechnung von $\mathfrak{A}_P$ für verschiedene Annahmen von H fällt weg. Um zu zeigen, dass die in (24) enthaltene Annahme, die Höhenänderung sei bei Berücksichtigung der Erdkrümmung gleich gross wie bei ihrer Vernachlässigung, gemacht werden darf, ist für einen bestimmten Fall, nämlich T = 120 km und H = 2000 m, das Verhältnis $\frac{\mathfrak{A}_P}{\mathfrak{A}_Q}$ berechnet und mit dem Verhältnis $\frac{A_P}{A_Q}$ verglichen worden. Aus der nachstehenden Übersicht ergibt sich, dass in der Tat durch die

Zone	$\frac{\mathfrak{A}_P}{\mathfrak{A}_Q}$	$\frac{A_P}{A_Q}$	Differenz
I	0,792	0,792	0,000
II	0,987	0,988	− 0,001
III	0,999	0,999	0,000
IV	1,003	1,003	0,000
V	1,006	1,007	− 0,001
VI	1,010	1,010	0,000
VII	1,012	1,013	− 0,001
VIII	1,016	1,017	− 0,001
IX	1,019	1,020	− 0,001
X	1,023	1,024	− 0,001

Annahme (24) kein Fehler erzeugt wird, der mehr als 1 $^0/_{00}$ ausmacht. Setzt man demnach

$$\mathfrak{A}_P = (1 + f)\,\mathfrak{A}_Q \qquad (25)$$

und

$$\mathfrak{A}_Q = \Phi_o \cdot A_Q \qquad (26)$$

so geht die Formel I in die folgende über:

$$\mathfrak{A}_P = F_o A_Q^o + F_o f A_Q^o + (\Phi_o - 1) F_o A_Q^o + (\Phi_o - 1) F_o f A_Q^o \qquad \text{II}$$

Faktoren $F_0 f$ zur Berück-

Zone	I	II	III	IV	V
Meereshöhe H	T = 80 km				
Meter					
200	− 0,0347	+ 0,0005	+ 0,0011	+ 0,0017	+ 0,0022
400	− 0,0686	+ 0,0005	+ 0,0021	+ 0,0033	+ 0,0044
600	− 0,1016	+ 0,0002	+ 0,0030	+ 0,0049	+ 0,0064
800	− 0,1340	− 0,0006	+ 0,0037	+ 0,0063	+ 0,0085
1000	− 0,1654	− 0,0018	+ 0,0042	+ 0,0077	+ 0,0105
1200	− 0,1962	− 0,0034	+ 0,0046	+ 0,0090	+ 0,0125
1400	− 0,2261	− 0,0054	+ 0,0049	+ 0,0102	+ 0,0144
1600	− 0,2553	− 0,0078	+ 0,0050	+ 0,0114	+ 0,0162
1800	− 0,2837	− 0,0105	+ 0,0050	+ 0,0125	+ 0,0180
2000	− 0,3113	− 0,0137	+ 0,0049	+ 0,0135	+ 0,0198
2200	− 0,3383	− 0,0172	+ 0,0046	+ 0,0144	+ 0,0215
2400	− 0,3645	− 0,0211	+ 0,0042	+ 0,0153	+ 0,0232
2600	− 0,3899	− 0,0253	+ 0,0036	+ 0,0161	+ 0,0248
2800	− 0,4147	− 0,0298	+ 0,0029	+ 0,0168	+ 0,0263
3000	− 0,4388	− 0,0347	+ 0,0020	+ 0,0174	+ 0,0278
	T = 100 km				
200	− 0,0278	+ 0,0002	+ 0,0006	+ 0,0010	+ 0,0013
400	− 0,0550	0,0000	+ 0,0010	+ 0,0018	+ 0,0026
600	− 0,0815	− 0,0005	+ 0,0014	+ 0,0027	+ 0,0038
800	− 0,1074	− 0,0012	+ 0,0017	+ 0,0034	+ 0,0050
1000	− 0,1326	− 0,0024	+ 0,0018	+ 0,0041	+ 0,0061
1200	− 0,1573	− 0,0038	+ 0,0018	+ 0,0048	+ 0,0072
1400	− 0,1813	− 0,0056	+ 0,0017	+ 0,0054	+ 0,0083
1600	− 0,2047	− 0,0077	+ 0,0015	+ 0,0059	+ 0,0094
1800	− 0,2274	− 0,0101	+ 0,0012	+ 0,0064	+ 0,0104
2000	− 0,2496	− 0,0128	+ 0,0008	+ 0,0068	+ 0,0113
2200	− 0,2712	− 0,0158	+ 0,0002	+ 0,0071	+ 0,0122
2400	− 0,2922	− 0,0190	− 0,0004	+ 0,0074	+ 0,0131
2600	− 0,3127	− 0,0226	− 0,0012	+ 0,0076	+ 0,0140
2800	− 0,3326	− 0,0264	− 0,0020	+ 0,0078	+ 0,0148
3000	− 0,3519	− 0,0305	− 0,0030	+ 0,0079	+ 0,0156
	T = 120 km				
200	− 0,0232	0,0000	+ 0,0003	+ 0,0005	+ 0,0008
400	− 0,0459	− 0,0002	+ 0,0005	+ 0,0010	+ 0,0016
600	− 0,0680	− 0,0007	+ 0,0007	+ 0,0015	+ 0,0023
800	− 0,0896	− 0,0014	+ 0,0007	+ 0,0019	+ 0,0030
1000	− 0,1107	− 0,0025	+ 0,0007	+ 0,0023	+ 0,0037
1200	− 0,1313	− 0,0038	+ 0,0005	+ 0,0026	+ 0,0044
1400	− 0,1513	− 0,0053	+ 0,0003	+ 0,0029	+ 0,0050
1600	− 0,1708	− 0,0071	0,0000	+ 0,0031	+ 0,0056
1800	− 0,1898	− 0,0092	− 0,0004	+ 0,0033	+ 0,0062
2000	− 0,2083	− 0,0116	− 0,0009	+ 0,0034	+ 0,0067
2200	− 0.2264	− 0,0142	− 0,0015	+ 0,0035	+ 0,0073
2400	− 0,2439	− 0,0170	− 0,0022	+ 0,0035	+ 0,0078
2600	− 0,2610	− 0,0200	− 0,0029	+ 0,0035	+ 0,0082
2800	− 0,2776	− 0,0233	− 0,0038	+ 0,0035	+ 0,0086
3000	− 0,2937	− 0,0268	− 0,0047	+ 0,0034	+ 0,0090

sichtigung der Stationshöhe.

VI	VII	VIII	IX	X	Zone
		T = 80 km			Meereshöhe H
					Meter
+ 0,0026	+ 0,0030	+ 0,0032	+ 0,0033	+ 0,0034	200
+ 0,0052	+ 0,0059	+ 0,0063	+ 0,0066	+ 0,0067	400
+ 0,0078	+ 0,0088	+ 0,0094	+ 0,0098	+ 0,0100	600
+ 0,0103	+ 0,0116	+ 0,0125	+ 0,0131	+ 0,0134	800
+ 0,0128	+ 0,0145	+ 0,0156	+ 0,0163	+ 0,0167	1000
+ 0,0152	+ 0,0173	+ 0,0187	+ 0,0196	+ 0,0200	1200
+ 0,0176	+ 0,0201	+ 0,0218	+ 0,0228	+ 0,0233	1400
+ 0,0200	+ 0,0228	+ 0,0248	+ 0,0260	+ 0,0266	1600
+ 0,0224	+ 0,0256	+ 0,0278	+ 0,0292	+ 0,0299	1800
+ 0,0247	+ 0,0283	+ 0,0308	+ 0,0324	+ 0,0332	2000
+ 0,0269	+ 0,0310	+ 0,0338	+ 0,0355	+ 0,0364	2200
+ 0,0292	+ 0,0337	+ 0,0368	+ 0,0387	+ 0,0397	2400
+ 0,0314	+ 0,0364	+ 0,0397	+ 0,0417	+ 0,0429	2600
+ 0,0335	+ 0,0389	+ 0,0426	+ 0,0449	+ 0,0462	2800
+ 0,0357	+ 0,0415	+ 0,0455	+ 0,0480	+ 0,0494	3000
		T = 100 km			
+ 0,0017	+ 0,0020	+ 0,0024	+ 0,0026	+ 0,0029	200
+ 0,0033	+ 0,0040	+ 0,0047	+ 0,0052	+ 0,0057	400
+ 0,0049	+ 0,0060	+ 0,0070	+ 0,0079	+ 0,0086	600
+ 0,0065	+ 0,0080	+ 0,0093	+ 0,0105	+ 0,0114	800
+ 0,0081	+ 0,0099	+ 0,0116	+ 0,0130	+ 0,0143	1000
+ 0,0096	+ 0,0118	+ 0,0138	+ 0,0156	+ 0,0171	1200
+ 0,0111	+ 0,0137	+ 0,0161	+ 0,0182	+ 0,0199	1400
+ 0,0126	+ 0,0156	+ 0,0183	+ 0,0207	+ 0,0227	1600
+ 0,0140	+ 0,0175	+ 0,0206	+ 0,0233	+ 0,0255	1800
+ 0,0154	+ 0,0193	+ 0,0228	+ 0,0258	+ 0,0283	2000
+ 0,0168	+ 0,0211	+ 0,0250	+ 0,0283	+ 0,0311	2200
+ 0,0182	+ 0,0229	+ 0,0271	+ 0,0308	+ 0,0339	2400
+ 0,0195	+ 0,0247	+ 0,0293	+ 0,0333	+ 0,0367	2600
+ 0,0208	+ 0,0264	+ 0,0314	+ 0,0358	+ 0,0394	2800
+ 0,0221	+ 0,0282	+ 0,0336	+ 0,0383	+ 0,0422	3000
		T = 120 km			
+ 0,0011	+ 0,0014	+ 0,0018	+ 0,0021	+ 0,0024	200
+ 0,0021	+ 0,0028	+ 0,0038	+ 0,0041	+ 0,0048	400
+ 0,0032	+ 0,0042	+ 0,0052	+ 0,0062	+ 0,0072	600
+ 0,0042	+ 0,0055	+ 0,0069	+ 0,0082	+ 0,0096	800
+ 0,0052	+ 0,0069	+ 0,0086	+ 0,0103	+ 0,0120	1000
+ 0,0062	+ 0,0082	+ 0,0102	+ 0,0123	+ 0,0144	1200
+ 0,0072	+ 0,0095	+ 0,0119	+ 0,0144	+ 0,0168	1400
+ 0,0081	+ 0,0108	+ 0,0136	+ 0,0164	+ 0,0191	1600
+ 0,0091	+ 0,0121	+ 0,0152	+ 0,0184	+ 0,0215	1800
+ 0,0100	+ 0,0133	+ 0,0168	+ 0,0203	+ 0,0238	2000
+ 0,0109	+ 0,0146	+ 0,0184	+ 0,0223	+ 0,0262	2200
+ 0,0117	+ 0,0158	+ 0,0200	+ 0,0243	+ 0,0285	2400
+ 0,0126	+ 0,0170	+ 0,0216	+ 0,0263	+ 0,0308	2600
+ 0,0134	+ 0,0182	+ 0,0232	+ 0,0282	+ 0,0344	2800
+ 0,0142	+ 0,0194	+ 0,0248	+ 0,0302	+ 0,0355	3000

Faktoren $F_0 f$ zur Berück-

Zone	I	II	III	IV	V
Meereshöhe H	T = 140 km				
Meter					
200	– 0,0199	0,0000	+ 0,0002	+ 0,0004	+ 0,0005
400	– 0,0393	– 0,0002	+,0,0003	+ 0,0007	+ 0,0011
600	– 0,0583	– 0,0007	+ 0,0004	+ 0,0010	+ 0,0016
800	– 0,0769	– 0,0014	+ 0,0003	+ 0,0012	+ 0,0020
1000	– 0,0949	– 0,0023	+ 0,0002	+ 0,0014	+ 0,0024
1200	– 0,1126	– 0,0035	0,0000	+ 0,0016	+ 0,0029
1400	– 0,1298	– 0,0048	– 0,0002	+ 0,0017	+ 0,0032
1600	– 0,1465	– 0,0065	– 0,0006	+ 0,0018	+ 0,0036
1800	– 0,1628	– 0,0083	– 0,0010	+ 0,0018	+ 0,0040
2000	– 0,1787	– 0,0103	– 0,0015	+ 0,0018	+ 0,0043
2200	– 0,1942	– 0,0126	– 0,0021	+ 0,0017	+ 0,0046
2400	– 0,2092	– 0,0150	– 0.0028	+ 0,0016	+ 0,0048
2600	– 0,2238	– 0,0177	– 0,0035	+ 0,0015	+ 0,0050
2800	– 0,2381	– 0,0206	– 0,0044	+ 0,0014	+ 0,0052
3000	– 0,2519	– 0,0236	– 0,0052	+ 0,0011	+ 0,0054
	T = 160 km				
200	– 0,0174	0,0000	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0004
400	– 0,0344	– 0,0002	+ 0,0002	+ 0,0005	+ 0,0007
600	– 0,0511	– 0,0007	+ 0,0002	+ 0,0006	+ 0,0011
800	– 0,0673	– 0,0013	+ 0,0001	+ 0,0008	+ 0,0014
1000	– 0,0831	– 0,0022	0,0000	+ 0,0009	+ 0,0017
1200	– 0,0986	– 0,0032	– 0,0003	+ 0,0009	+ 0,0019
1400	– 0,1136	– 0,0044	– 0,0006	+ 0,0010	+ 0,0022
1600	– 0,1283	– 0,0059	– 0,0009	+ 0,0010	+ 0,0024
1800	– 0,1426	– 0,0075	– 0,0013	+ 0,0009	+ 0,0026
2000	– 0,1565	– 0,0093	– 0,0018	+ 0,0008	+ 0,0028
2200	– 0,1700	– 0,0113	– 0,0024	+ 0,0007	+ 0,0029
2400	– 0,1832	– 0,0135	– 0,0030	+ 0,0006	+ 0,0030
2600	– 0,1960	– 0,0158	– 0,0037	+ 0,0004	+ 0,0031
2800	– 0,2084	– 0,0183	– 0,0045	+ 0,0002	+ 0,0032
3000	– 0,2265	– 0,0210	– 0,0053	– 0,0001	+ 0,0033

Die Werte des Faktors $(\Phi_0 - 1)F_0$ sind nachstehend angegeben:

Zone	Faktoren $(\Phi_0 - 1)\,F_0$ zur Berücksichtigung der Erdkrümmung				
	T = 80	100	120	140	160 km
I	0,014	0,015	0,0144	0,016	0,016
II	0,011	0,012	0,0139	0,014	0,014
III	0,009	0,010	0,0112	0,012	0,012
IV	0,010	0,011	0,0110	0,012	0,012
V	0,013	0,012	0,0121	0,012	0,013
VI	0,014	0,014	0,0138	0,014	0,014
VII	0,021	0,020	0,0188	0,018	0,018
VIII	0,026	0,025	0,0240	0,023	0,023
IX	0,035	0,034	0,0336	0,033	0,032
X	0,050	0,050	0,0492	0,048	0,047

sichtigung der Stationshöhe.

VI	VII	VIII	IX	X	Zone
T = 140 km					Meereshöhe H
					Meter
+ 0,0008	+ 0,0010	+ 0,0013	+ 0,0017	+ 0,0020	200
+ 0,0015	+ 0,0020	+ 0,0026	+ 0,0033	+ 0,0041	400
+ 0,0022	+ 0,0030	+ 0,0038	+ 0,0049	+ 0,0061	600
+ 0,0029	+ 0,0039	+ 0,0052	+ 0,0065	+ 0,0081	800
+ 0,0036	+ 0,0049	+ 0,0064	+ 0,0082	+ 0,0101	1000
+ 0,0042	+ 0,0058	+ 0,0077	+ 0,0098	+ 0,0121	1200
+ 0,0049	+ 0,0068	+ 0,0089	+ 0,0114	+ 0,0141	1400
+ 0,0055	+ 0,0077	+ 0,0101	+ 0,0129	+ 0,0160	1600
+ 0,0061	+ 0,0086	+ 0,0113	+ 0,0145	+ 0,0180	1800
+ 0,0067	+ 0,0094	+ 0,0125	+ 0,0161	+ 0,0200	2000
+ 0,0073	+ 0,0103	+ 0,0137	+ 0,0176	+ 0,0219	2200
+ 0,0078	+ 0,0112	+ 0,0149	+ 0,0192	+ 0,0239	2400
+ 0,0084	+ 0,0120	+ 0,0161	+ 0,0207	+ 0,0258	2600
+ 0,0089	+ 0,0128	+ 0,0172	+ 0,0222	+ 0,0277	2800
+ 0,0094	+ 0,0136	+ 0,0184	+ 0,0238	+ 0,0297	3000
T = 160 km					
+ 0,0005	+ 0,0007	+ 0,0010	+ 0,0013	+ 0,0017	200
+ 0,0010	+ 0,0015	+ 0,0020	+ 0,0026	+ 0,0033	400
+ 0,0016	+ 0,0022	+ 0,0029	+ 0,0039	+ 0,0051	600
+ 0,0020	+ 0,0029	+ 0,0039	+ 0,0052	+ 0,0067	800
+ 0,0025	+ 0,0036	+ 0,0048	+ 0,0064	+ 0,0084	1000
+ 0,0030	+ 0,0042	+ 0,0058	+ 0,0077	+ 0,0101	1200
+ 0,0034	+ 0,0049	+ 0,0067	+ 0,0090	+ 0,0117	1400
+ 0,0038	+ 0,0056	+ 0,0076	+ 0,0102	+ 0,0134	1600
+ 0,0042	+ 0,0062	+ 0,0086	+ 0,0115	+ 0,0150	1800
+ 0,0046	+ 0,0068	+ 0,0095	+ 0,0127	+ 0,0166	2000
+ 0,0050	+ 0,0074	+ 0,0104	+ 0,0139	+ 0.0182	2200
+ 0,0054	+ 0,0080	+ 0,0112	+ 0,0152	+ 0,0199	2400
+ 0,0057	+ 0,0086	+ 0,0121	+ 0,0164	+ 0,0215	2600
+ 0,0061	+ 0,0092	+ 0,0130	+ 0,0176	+ 0,0231	2800
+ 0,0064	+ 0,0098	+ 0,0138	+ 0,0188	+ 0,0247	3000

Wie hieraus ersichtlich ist, sind die Faktoren $(\Phi_0 - 1) F_0$ für verschiedene Annahmen von T einander so nahe gleich, dass es genügt, den Einfluss der Erdkrümmung nur für einen Fall, etwa $T_0 = 120$ km, zu berechnen.

Der zweite, sphärische Faktor $(\Phi_0 - 1) F_0 f$ ist so klein, dass das letzte Glied in Formel II vernachlässigt werden darf; es macht im ungünstigsten Fall $0{,}5 . 10^{-3}$ cm $\sec^{-2}$ in (Δg_2) aus.

2. Für diejenigen Massen, die ausserhalb des äussern Radius der Zone X ($a = 188$ km) liegen, berechnen wir Δg_1 und Δg_2 nicht mehr gesondert, sondern nur ihre Resultante, die mit (Δg_i) bezeichnet sei; es ist dann

$$\Delta g_i = \underbrace{(\Delta g_1) + (\Delta g_2)}_{\text{Massen innerhalb}} + \underbrace{(\Delta g_i)}_{\text{ausserhalb}} \qquad (27)$$

$$a = 188 \text{ km.}$$

Hiezu machen wir zwei vereinfachende Annahmen und behalten uns vor, in einer späteren Untersuchung die Fehler anzugeben, die durch die Vereinfachung in (Δg_i) erzeugt werden. Die erste Annahme besteht darin, es sei (Δg_i) für den Punkt Q dicht über dem Meeresniveau gleich gross wie für den Punkt P in der Meereshöhe H. Ferner setzen wir voraus, dass die äusseren Massen auf das Meeresniveau kondensiert werden, d. h. dass die Wirkung der äusseren Massen auf den Punkt Q ersetzt werden dürfe durch die Wirkung der aufs Meeresniveau kondensierten Massen.

Die Anziehung einer sphärischen Scheibe von der Dichte Θ_0 und der Dicke dr, die sich im Abstand r vom Erdmittelpunkte befindet, auf den über ihrem Zentrum im Abstand $r' = R + H$ gelegenen Punkt P ist durch den Ausdruck bestimmt:

$$2\pi k^2 \Theta_0 \cdot \frac{r^2}{r'^2} \left(1 - \frac{r' \cos\psi - r}{E}\right) dr$$

wo ψ und E die schon angegebene Bedeutung haben. Unter den obigen Annahmen nimmt dieser Ausdruck, da $\Theta_0 dr$ in die Flächendichte $\Theta_0 h$ übergeht, wenn Glieder von der Ordnung $\frac{h}{R}$ vernachlässigt werden, und $r = r' = R$ wird, die folgende Form an:

$$2\pi k^2 \left(1 + \sin\frac{\psi}{2}\right) \cdot \Theta_0 h \qquad (28)$$

Setzt man zur Abkürzung

$$\left(1 + \sin\frac{\psi}{2}\right) = \beta_0$$

so wird die vertikale Komponente der Anziehung eines Zonensektors der äusseren Massen gleich:

$$\frac{2\pi k^2}{n} \left[\beta_0\right]_{\psi_1}^{\psi_2} \cdot \Theta_0 h \qquad (29)$$

Bezeichnen wir den Wert des Integrales in (21) für $r' = R$ mit α_0, so ist die entsprechende isostatische Reduktion gleich:

$$\frac{2\pi k^2}{n} \left[\alpha_0\right]_{\psi_1}^{\psi_2} \cdot \Theta \qquad (30)$$

Die Dichte Θ des Massendefektes ergibt sich aus der Bedingung:

$$\frac{\Theta}{3} \left\{R^3 - (R - T)^3\right\} = - R^2 \cdot \Theta_0 h \qquad (31)$$

Setzt man $$\frac{1}{3}\left[\frac{r^3}{R^2}\right]_{R-T}^{R} = T'' \tag{32}$$

so wird $$\Theta = -\frac{h}{T''} \cdot \Theta_0 \tag{c}$$

Setzt man diesen Wert in den Ausdruck (30) ein, so wird die Resultante aus den Vertikalkomponenten der Anziehung der äusseren, kondensierten Massen und des Massendefektes für den einzelnen Zonensektor gleich:

$$\frac{2\pi k^2}{n}\left[\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''}\right]_{\psi_1}^{\psi_2} \cdot \Theta_0 \, h \tag{33}$$

und (Δg_i) wird gleich der Summe dieses Ausdruckes über alle Sektoren und Zonen.

Wie bei der Bestimmung von A_Q^0 können die Grenzen ψ_1 und ψ_2 der Zonen so gewählt werden, dass bei einer bestimmten Annahme von T und n der Ausdruck (33) übergeht in

$$h \cdot 10^{-x} \text{ cm sec}^{-2}$$

wenn h in Metern ausgedrückt wird und x eine ganze Zahl bedeutet. Hiezu muss der Ausdruck

$$\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''} = f(\psi)$$

als Funktion von ψ bekannt sein. Diese Funktion ist auf Seite 224 tabuliert für die Normaltiefe $T_0 = 120$ km (entsprechend $T_0'' = 117{,}754$ km).[6])

Bei der Wahl eines Zonen- und Sektorensystems wird man darauf Bedacht nehmen, dass Zonensektoren von regelmässiger Gestalt entstehen; für die Konstruktion des Netzes ist es ferner angenehm, wenn die Zahlen n Potenzen von 2 sind. Eine Einteilung, die diesen Wünschen Rücksicht trägt, ist auf Seite 225 gegeben; für die Konstanten in (33) sind die Seite 214 angeführten Werte benützt. Die neuen Zonen sind absteigend nummeriert; der erste Wert von ψ entspricht dem äusseren Radius der Zone X.

---

[6]) Die Funktion ist nur auf soviel Stellen berechnet worden, als es der praktische Zweck, das Zonensystem auf Karten von kleinem Masstabe zu zeichnen, erfordert; die letzte der angegebenen Dezimalstellen ist nicht durchweg als sicher anzusehen, da ungefähr die Hälfte der angegebenen Funktionswerte nicht direkt berechnet, sondern aus den einschliessenden Werten interpoliert wurde.

ψ	$\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''_0}$	Differenz	ψ	$\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''_0}$	Differenz
2° 0′	0,2531	−252	17°	0,03123	− 180
15	0,2279	−208	18	0,02943	− 161
30	0,2071	−175	19	0,02782	− 145
45	0,1896	−148	20	0,026369	− 2541
3 0	0,1748	−128	22	0,023828	− 2137
15	0,1620	−110	24	0,021691	− 1788
30	0,1510	− 97	26	0,019903	− 1532
45	0,1413	− 85	28	0,018371	− 1348
4 0	0.1328	− 76	30	0,017023	− 1193
15	0,1252	− 68	32	0.015830	− 2013
30	0,1184	− 61	36	0,013817	− 1624
45	0,1123	− 55	40	0,012193	− 1363
5 0	0,1068	− 50	44	0,010830	− 1139
15	0,1018	− 45	48	0,009691	− 989
30	0,0973	− 42	52	0,008702	− 860
45	0,0931	− 38	56	0,007842	− 758
6 0	0,0893	− 35	60	0,007084	− 674
15	0,08575	− 327	64	0,006410	− 605
30	0,08248	− 304	68	0,005805	− 546
45	0,07944	− 282	72	0,005259	− 495
7 0	0,07662	− 263	76	0,004764	− 452
15	0,07399	− 244	80	0,004312	− 414
30	0,07155	− 231	84	0,003898	− 380
45	0,06924	− 217	88	0,003518	− 350
8 0	0,06708	− 396	92	0,003168	− 323
30	0,06312	− 351	96	0,002845	− 298
9 0	0,05961	− 315	100	0,002547	− 275
30	0,05646	− 283	104	0,002272	− 490
10 0	0,05363	− 259	112	0,001782	− 419
30	0,05104	− 235	120	0,001363	− 353
11 0	0,04869	− 215	128	0,001010	− 295
30	0,04654	− 196	136	0,000715	− 241
12 0	0,04458	− 347	144	0,000474	− 189
13	0,04111	− 298	152	0,000285	− 140
14	0,03813	− 260	160	0,000145	− 93
15	0,03553	− 229	168	0,000052	− 46
16	0,03324	− 201	176	0,000006	
17	0,03123		180	0,000000	

Zoneneinteilung der Erdkugel zur Berechnung von (Δg_i)

Zone	ψ	$\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''_0}$	$[\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''_0}]_{\psi_1}^{\psi_2}$	10^{-x}	n	Unterteilung
	1° 41′ 35″,3	0,29213				
11			− 0,14168	10^{-6}	16	2° 19′
	3 30 48	0,15045				
10			− 0,07085	10^{-6}	8	4 38
	6 44 11	0,07960				
9			− 0,03542	10^{-6}	4	8 40
	12 6,4	0,044181				
8			− 0,014168	10^{-7}	16	14 23
	17 39,9	0,030013				
7			− 0,014169	10^{-7}	16	22,8
	31 58,5	0,015844				
6			− 0,007084	10^{-7}	8	39,7
	51 45,0	0,008760				
5			− 0,003542	10^{-7}	4	60,6
	72 18,9	0,005218				
4			− 0,003542	10^{-7}	4	88,8
	113 57	0,001676				
3			− 0,000708	10^{-8}	8	120,9
	129 5	0,000968				
2			− 0,000708	10^{-8}	8	139,2
	153 22	0 000259				
1			− 0,000259	10^{-8}	4	161,1
	180 0	0,000000				

Da in der letzten Zone 1 die Differenz $\left[\beta_0 - \frac{\alpha_0}{T''_0}\right]_{\psi_1}^{\psi_2} = 0{,}000259$ ist, statt, wie es bei 4 Profilen sein sollte, gleich 0,000354, so sind die Höhen h der letzten Zone mit $\frac{259}{354}$ d. i. rund $\frac{3}{4}$ zu multiplizieren. Die in der letzten Kolonne „Unterteilung" gegebenen Grenzen zerlegen die einzelnen Zonen so, dass die in den entstehenden Unterabschnitten abgelesenen Höhen h einfach gemittelt werden dürfen.

Der Einfluss des Massenüberschusses unterhalb des Meeres kann auf Grund des gleichen Zonensystems berechnet werden, wenn die Meerestiefen t mit einem konstanten Faktor multipliziert werden und wenn eine kleine von der Tiefe t abhängige Korrektion angebracht wird. Bezeichnet nämlich Θ_w die Dichte des Meereswassers, so ist der Massendefekt des Meeres gegenüber der ursprünglich homogen geschichteten Erdrinde von der Dichte Θ_0 gleich

$$\Theta_w - \Theta_0$$

Denkt man sich diesen Massendefekt wieder aufs Meeresniveau kondensiert, so ist die Flächendichte in gleicher Annäherung wie früher gleich

$$(\Theta_w - \Theta_0) \cdot t$$

und die Vertikalkomponente der Anziehung eines Zonensektors gegeben durch:

$$-\frac{2\pi k^2}{n}\Big[\beta_0\Big]_{\psi_1}^{\psi_2}(\Theta_0 - \Theta_w)\cdot t \tag{34}$$

Der Massenüberschuss Θ unterhalb des Meeres ist durch die Bedingung bestimmt:

$$\frac{1}{3}\left\{(R-t)^3 - (R-T_0)^3\right\}\cdot\Theta = R^2(\Theta_0 - \Theta_w)\cdot t$$

Setzt man:

$$\frac{1}{3}\left[\frac{r^3}{R^2}\right]_{R-T_0}^{R-t} = T_0''' \tag{35}$$

so wird:

$$\Theta = \frac{t}{T_0'''}(\Theta_0 - \Theta_w) \tag{d}$$

Bezeichnen wir mit α den Wert des Integrals in (21) zwischen den Grenzen $(R-T_0)$ und $(R-t)$ für $r' = R$, so ist die Vertikalkomponente der Anziehung des Massenüberschusses im einzelnen Zonensektor gleich

$$\frac{2\pi k^2}{n}\Big[\alpha\Big]_{\psi_1}^{\psi_2}\cdot\Theta \tag{36}$$

Statt α dürfen wir hierin α_0 d. i. der Wert des Integrales zwischen den Grenzen $(R-T_0)$ und R einführen, wenn man sich die im Raum zwischen dem Meeresboden und Meeresniveau zugefügte Masse wieder weggenommen denkt. Die Wirkung dieser zugefügten Masse können wir kompensieren durch eine aufs Meeresniveau kondensierte Flächenschicht von der Dichte $-\Theta t$. Statt (36) erhält man dann

$$\frac{2\pi k^2}{n}\Big[\alpha_0\Big]_{\psi_1}^{\psi_2}\Theta - \frac{2\pi k^2}{n}\Big[\beta_0\Big]_{\psi_1}^{\psi_2}\Theta\cdot t \tag{37}$$

Führt man für Θ den durch die Gleichung (d) bestimmten Wert ein, so erhält man aus der Summe der Ausdrücke (34) und (37) für die Vertikalkomponente der Resultante aus der Wirkung des Massendefektes im Meere und des Massenüberschusses unterhalb:

$$\frac{2\pi k^2}{n}\left[\frac{\alpha_0}{T_0'''} - \frac{T_0''' + t}{T_0'''}\beta_0\right]_{\psi_1}^{\psi_2}(\Theta_0 - \Theta_w)\,t \tag{38}$$

Dieser Ausdruck wird für $\psi_1 = 0^0$ als untere und $\psi_2 = 180^0$ als obere Grenze nicht streng gleich Null, wie es unter den gemachten Voraussetzungen für die isostatische Reduktion Δg_i einer vollen Kugelschale der Fall sein sollte, weil die Wirkung der im Meeresraume zugefügten Massen und diejenige der aufs Meeresniveau kon-

densierten sich nicht genau aufhebt; er wird aber streng gleich Null, wenn man $(T_0''' + t)$ durch T_0'' ersetzt, womit im Faktor von β_0 höchstens ein Fehler von der Ordnung 0,0001 entsteht. Setzt man

somit $$T_0''' + t = T_0''$$

und $$T_0''' = \frac{T_0''}{1+\varepsilon}$$

so geht der Ausdruck (38) über in den folgenden:

$$\frac{2\pi k^2}{n}\left[\frac{\alpha_0}{T_0''} - \beta_0\right]_{\psi_1}^{\psi_2}(\Theta_0 - \Theta_w)\ t\cdot(1+\varepsilon) \tag{39}$$

Sieht man vom Faktor ε und vom Zeichen ab, so stimmt dieser Ausdruck mit (33) überein, wenn man $(\Theta_0 - \Theta_w)$ an Stelle von Θ_0 setzt. Da für $\Theta_0 = 2{,}70$ und $\Theta_w = 1{,}027$

$$\frac{\Theta_0 - \Theta_w}{\Theta_0} = 0{,}620$$

ist, hat man somit, um bei der gleichen Zoneneinteilung die isostatische Reduktion (Δg_i) für die vom Meere bedeckten Teile der Erdrinde zu erhalten, die in den Zonensektoren abgelesenen Meerestiefen t mit dem Faktor 0,620 zu multiplizieren und noch eine der Grösse ε entsprechende Korrektion anzubringen, die leicht angegeben werden kann, da man sie der Tiefe t proportional annehmen darf.

In welchem Masse sich der nach dem entwickelten Verfahren ermittelte Betrag von (Δg_i) ändert, wenn statt $T_0 = 120$ km eine andere Annahme für die Tiefe der Ausgleichsfläche eingeführt wird, ist der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen; sie gibt für die Zonen 11 bis 1 die Reduktionsfaktoren Φ_0' nach der Gleichung

$$\Phi_0' = \frac{\left[\beta_0 - \frac{\alpha}{T''}\right]_{\psi_1}^{\psi_2}}{\left[\beta_0 - \frac{\alpha_{T_0}}{T_0''}\right]_{\psi_1}^{\psi_2}}$$

wo mit α_T der Wert des Integrales in (21) für eine beliebige Annahme von T und mit α_{T_0} der Wert für die Annahme $T_0 = 120$ km bezeichnet ist.

Zone	Faktoren Φ'_0			
	T = 80	100	140	160 km
11	0,722	0,870	1,112	1,206
10	0,683	0,844	1,150	1,293
9	0,670	0,836	1,162	1,322
8	0,668	0,834	1,165	1,330
7	0,67	0,83	1,17	1,33
6	0,67	0,83	1,17	1,33
5	0,67	0,83	1,17	1,33
4	0,67	0,83	1,17	1,33
3	0,66	0,83	1,17	1,33
2	0,66	0,83	1,17	1,33
1	0,7	0,8	1,2	1,3

III.

Da die Grösse des Querschnittes der Prismen, die nach der Pratt'schen Hypothese gleich viel Massen enthalten sollen, nicht bekannt ist, wird man die Aufgabe umkehren, das heisst: für verschieden starke Ausgleichungen der äusseren Massen in horizontalem Sinn die isostatische Reduktion berechnen und unter diesem System verschiedener Lösungen diejenige als der Wirklichkeit am besten entsprechend annehmen, welche die beste Darstellung der beobachteten Schwerebeschleunigungen liefert. Als ein erster Schritt zur Lösung dieses Problems ist die Karte mittlerer Höhen anzusehen, die dieser Abhandlung (siehe Tafel II) beigegeben ist. Die mittlere Höhe in einer beliebigen Lotrichtung definieren wir als das Verhältnis des Volumens der äusseren Massen in einem bestimmten Umkreis zu dessen Flächeninhalt. Aus praktischen Gründen ist die Karte der Tafel II nicht für eine Ausgleichung der Massen innerhalb Kreisflächen, sondern für eine Ausgleichung innerhalb Quadraten konstruiert worden; bei quadratischer Anordnung kann das einer ersten Karte zugrunde liegende Zahlenmaterial leicht zur Bildung ausgeglichener Höhen in grösseren Quadraten wieder verwendet werden. Dass bei diesem Verfahren die Symmetrie nicht gewahrt wird, ist insofern nicht von Bedeutung, als es sich vorerst nur um die Grössenordnung handelt, d. h. ob Isostasie innerhalb Flächen von 10×10 km² oder 100×100 km² oder innerhalb noch grösserer Flächen vorhanden ist. Übrigens würde auch die Bildung mittlerer Höhen innerhalb Kreisflächen durchaus nicht der strengen Lösung des Problems entsprechen; denn diese hat nicht von der Gleichheit der Massen auszugehen, sondern von der Gleichheit des Druckes in der Ausgleichsfläche.

Die Karte mittlerer Höhen der Tafel II (im Masstab 1 : 2 000 000 mit Horizontalkurven von 200 m Abstand) ist in folgender Weise konstruiert worden. Die schweizerische Schulwandkarte (Masstab 1 : 200 000 mit Horizontalkurven von 100 m Abstand) trägt am Rand ein Koordinatensystem, dessen Nullpunkt sich in der Südwestecke befindet und dessen Axen parallel sind den Axen des Bonne'schen Projektionssystems, das den schweizerischen Karten zugrunde liegt.[7]) Entsprechend der am Rande angegebenen Kilometrierung wurde die Schulwandkarte in Quadrate von 1 cm Seitenlänge zerlegt und in jedem dieser Quadrate durch einfaches Abschätzen mittels der Horizontalkurven die mittlere Höhe bestimmt. Durch Mittelung von je 4×4 dieser Höhenablesungen wurde dann die mittlere Höhe von Quadraten von 4 cm Seitenlänge, entsprechend 8×8 km² des Terrains, gebildet. Die Mittelpunkte dieser lückenlos aneinander stossenden und sich nicht überdeckenden Quadrate liegen auf Parallelen zu den Rändern der Schulwandkarte in folgenden Abständen vom Nullpunkt:

in der West-Ost-Richtung: $x = 4, 12, 20, 28, \ldots$ km
in der Süd-Nord-Richtung: $y = 4, 12, 20, 28, \ldots$ km.

Diese mittleren Höhen wurden sowohl in der West-Ost- und Süd-Nord-Richtung als auch in der Diagonalrichtung von Nordwesten nach Südosten graphisch aufgetragen und durch eine kontinuierlich verlaufende Kurve miteinander verbunden, welche als das Profil der ausgeglichenen Terrainfläche angesehen werden kann. Diesen Profilen wurde die Lage der Schnittpunkte der Horizontalkurven, deren Wert ein gerades Vielfaches von 100 m ist, mit den Parallelen zur x-, y- und zur Diagonalrichtung entnommen; der Verlauf der Horizontalkurven der ausgeglichenen Terrainfläche ergab sich dann durch Verbindung der entsprechenden Höhenkoten, die in der Originalzeichnung im Masstab 1 : 1 000 000 aufgetragen wurden, mittels eines zwanglos verlaufenden Linienzuges.

Ausserhalb des auf der schweizerischen Schulwandkarte enthaltenen Gebietes wurden die mittleren Höhen auf folgenden Karten abgelesen: im Westen, Süden und Osten auf der italienischen Karte 1 : 500 000 mit Horizontalkurven von ungleichem Abstand (Wert der Kurven: 200, 300, 500, 800, 1000, 1300, 1600, 2000, 2400 m etc.); im Norden auf der topographischen Übersichtskarte des deutschen Reiches 1 : 200 000 mit Horizontalkurven von 20 m Abstand; im

---

[7]) In diesem „Randkoordinatensystem" betragen die Koordinaten des Nullpunktes des Bonne'schen Systems in der Richtung West-Ost 130,0 km, in der Richtung Süd-Nord 138,0 km.

Nordwesten auf der Carte de la France 1 : 200 000 mit Horizontalkurven von 20 m Abstand. Auf diesen Karten wurden im allgemeinen zur Bestimmung der mittleren Höhe des Grundquadrates von 8 km Seitenlänge nur noch 4 Einzelablesungen gemacht.

Um ein Urteil zu gewinnen, wie genau die mittlere Höhe eines 8 km-Quadrates durch die einfache Mittelung der 16 Einzelablesungen erhalten wird, ist für die nachstehend angegebenen Quadrate die mittlere Höhe durch Planimetrierung ermittelt worden. Die Lage der Quadrate ist durch die „Rand"koordinaten x und y der Eckpunkte bestimmt; die Zahlen sind die Korrektionen in Metern, die an den durch einfache Mittelung der Ablesungen abgeleiteten Höhen anzubringen sind, um sie auf die planimetrisch ermittelten zurückzuführen.

y in km \ x in km	0 · 8	24 · 32	48 · 56	72 · 80	96 · 104	120 · 128	144 · 152	168 · 176
	a			b		c		
96 · 104	+ 12	+ 10	− 1	+ 9	− 7	− 13	− 9	− 7
72 · 80	+ 3	+ 18	+ 10	− 20	0	− 5	− 9	− 14
48 · 56	+ 19	− 7	+ 1	− 12	+ 14	− 3	− 24	0
24 · 32	+ 29	0	+ 31	+ 8	− 24	− 11	− 23	− 32
0 · 8	− 2	− 13	+ 7	− 35	− 22	+ 5	+ 5	+ 9

Die unter „a" zusammengefassten Werte beziehen sich auf Quadrate, die im Jura liegen, die unter „b" auf solche im Mittelland und unter „c" auf solche im Alpengebiet. Der quadratische Mittelwert sämtlicher Korrektionen beträgt ± 22 m. Zu einem Betrag von nahezu derselben Grösse gelangt man durch die Annahme, die Unsicherheit der *einzelnen* Ablesung sei gleich dem Abstand der Horizontalkurven, also gleich ± 100 m; die Unsicherheit des Mittels aus 16 Einzelwerten ist dann gleich ± 100 : 4 = ± 25 m. Diese Genauigkeitsangabe gilt nur für die direkt bestimmten Höhen; für die mittels des Profilzuges interpolierten Werte ist die Unsicherheit etwas höher anzusetzen.

Bildet man den Durchschnittswert der obigen Korrektionen für jeden der drei Fälle, so erhält man:

a)	im Jura	+ 4 m
b)	im Mittelland	– 2 m
c)	im Alpengebiet	– 7 m

Erhebliche systematische Fehler sind nach diesen Beträgen nicht anzunehmen.

Ausserhalb des Gebietes der Schulwandkarte ist wegen der Mittelung aus nur 4 Einzelhöhen die Unsicherheit grösser anzusetzen. Dieser geringere Grad an Genauigkeit ist indessen ohne Bedeutung für die Berechnung der isostatischen Reduktion schweizerischer Schwerestationen, da in den weiter entfernt liegenden Gebieten nur mittlere Höhen aus Flächen, die erheblich grösser sind als das Grundquadrat von 8 km Seitenlänge, in Betracht kommen.

Die Karte der Tafel wird ausser ihrem eigentlichen Zwecke auch anderen Untersuchungen, z. B. solchen meteorologischer oder pflanzengeographischer Natur, eine Grundlage bieten können.

IV.

Es bleibt einer besonderen Untersuchung vorbehalten zu zeigen, was für Resultate die Anwendung der Karte mittlerer Höhen auf die Stationen des schweizerischen Schwerenetzes auf Grund der im zweiten Abschnitt entwickelten Formeln liefert. Im Folgenden soll nur die Berechnung von (Δg_2) an einer Station gezeigt und das Resultat der entsprechenden Rechnung für die auf Seite 210 angeführten Stationen mit dem Ergebnis der Hayford'schen Methode verglichen werden.

Für die Station *Gsteig* sind in der nachstehenden Tabelle unter Σh die Summen der in je 8 Sektoren abgelesenen Höhen für die Zonen I bis X angegeben. Die einfache Summe über alle Zonen: 106 475 m, sagt aus, dass im Punkte Q die Schwere infolge des Massendefektes, dessen Dichte auf Grund der Karte mittlerer Höhen angenommen wird, für T = 120 km um $0{,}106_{475}$ cm sec^{-2} vermindert wird. Multipliziert man die Zonensummen Σh mit den Faktoren F_0 (Seite 215), so erhält man die entsprechenden, auf verschiedene Annahmen von T reduzierten Beträge, die in der folgenden Zusammenstellung unter „$\Sigma(F_0\Sigma h) \cdot 10^{-6}$" angegeben sind. Addiert man hiezu die in der nächsten Kolonne stehende Höhenkorrektion $\Sigma(fF_0\Sigma h)10^{-6}$ und bringt noch die sphärische Korrektion $\Sigma((\Phi_0 - 1)F_0\Sigma h)10^{-6}$ $= 0{,}00186$ cm sec^{-2} an, die für die verschiedenen Annahmen von T gleich gross angesetzt werden kann, so resultieren die angegebenen

Station Gsteig.

Zone	Σh	Faktoren f. F_0 für H = 1185 m und T gleich: 80 km	100 km	120 km	140 km	160 km	$(\Phi_0 - 1) F_0 \Sigma h 10^{-6}$
	m	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	cm sec^{-2}
I	14 550	− 1939	− 1554	− 1298	− 1112	− 974	0,000 21
II	12 950	− 33	− 37	− 37	− 34	− 31	18
III	11 250	+ 46	+ 18	+ 5	0	− 3	13
IV	12 000	+ 89	+ 48	+ 26	+ 16	+ 9	13
V	12 475	+ 124	+ 71	+ 44	+ 29	+ 19	15
VI	11 800	+ 150	+ 95	+ 61	+ 42	+ 30	16
VII	10 500	+ 171	+ 117	+ 81	+ 57	+ 42	20
VIII	9 150	+ 185	+ 136	+ 101	+ 76	+ 57	22
IX	6 230	+ 194	+ 154	+ 122	+ 97	+ 76	21
X	5 570	+ 198	+ 169	+ 142	+ 120	+ 100	27
Summe:	106 475						0,001 86

Werte von (Δg_2). Aus den beigeschriebenen ersten und zweiten Differenzen geht hervor, dass (Δg_2) leicht auf eine beliebige Annahme von T zwischen 80 und 160 km interpoliert werden kann.

T	$\Sigma (F_0 \Sigma h) 10^{-6}$	$\Sigma (f. F_0 \Sigma h) 10^{-6}$	(Δg_2)	1te Diff.	2te Diff.
km	cm sec^{-2}	cm sec^{-2}	cm sec^{-2}		
80	0,12529	− 0,00180	− 0,1254		
				+ 99	
100	0,11521	− 0,00159	− 0,1155		− 13
				+ 86	
120	0,10648	− 0,00144	− 0,1069		− 11
				+ 75	
140	0,09885	− 0,00130	− 0,0994		− 8
				+ 67	
160	0,09204	− 0,00120	− 0,0927		

Die Anziehung der äussern Massen auf den Punkt P in der Meereshöhe H ist in den Veröffentlichungen der Schwerebestimmungen (siehe: astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, herausgegeben von der schweizerischen geodätischen Kommission, 12., 13. und 15. Band) angegeben. Die Berechnung erstreckt sich dort nur bis zu einer Entfernung von 33 resp. 42 km und ist nach dem üblichen Verfahren ausgeführt, wonach die Anziehung der äusseren Massen gleich der Differenz zweier Grössen gesetzt wird, von denen die erste die Anziehung einer ebenen, unendlich ausgedehnten Platte von der Höhe H darstellt, während die zweite, die sogenannte topographische Reduktion, die Abweichung der Erdoberfläche in der Umgebung der Station von dieser ebenen Platte berücksichtigt. Die

Differenz dieser beiden Grössen ist in den erwähnten Publikationen mit $-(\Delta g' + \Delta g'')$ bezeichnet. Die Anziehung der mehr als 42 km entfernten Massen muss unter Berücksichtigung der Erdkrümmung berechnet werden; die Tabellen, die wir dieser Berechnung zugrunde gelegt haben, beruhen auf dem Ausdruck (21), der numerisch integriert wurde für die gleichen Zonen, die zur Berechnung von A^o_Q angenommen wurden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die zur Berechnung von A^o_Q abgelesenen Höhen von der Zone V an auch zur Berechnung der Anziehung der äusseren Massen verwendet werden können.[8])

Da bei der Berechnung von $\Delta g'$ die ebene Platte unendlich ausgedehnt angenommen wurde, ist an Stelle von $-\Delta g'$ die Anziehung $-\Delta g'_a$ einer zylindrischen Platte vom Radius a = 42 km einzuführen; die Differenz δ zwischen $\Delta g'_a$ und $\Delta g'$ beträgt

$$\delta = \Delta g' - \Delta g'_a = -\frac{3\Theta}{2\Theta_m} \cdot \frac{g}{R} \left(\sqrt{a^2 + H^2} - a\right)$$

Für die Station Gsteig sind die numerischen Daten zur Berechnung der Anziehung der äusseren Massen bis 188 km Entfernung nachstehend zusammengestellt:

		$cm\ sec^{-2}$
Anziehung der ebenen unendlich ausgedehnten Platte:		+ 0,1304
Topographische Reduktion	von 0 bis 33 km:	− 0,0147
	von 33 bis 42 km:	− 0,0001
Differenz δ der Anziehung der ebenen Platte und des Zylinders:		− 0,0019
Anziehung der äussern Massen von 42 bis 188 km für $\Theta = 2{,}70$:		+ 0,0023
Anziehung der äussern Massen von 0 bis 188 km:	(Δg_1) =	+ 0,1160
Anziehung des Massendefektes für T = 120 km:	(Δg_2) =	− 0,1069
Isostatische Reduktion für die Massen von 0 bis 188 km:	$(\Delta g_1) + (\Delta g_2)$ =	+ 0,0091

Die Resultate der Berechnung von (Δg_1) und (Δg_2) für die übrigen Stationen sind nachstehend zusammengestellt. Zum Vergleich mit den nach dem Hayford'schen Verfahren berechneten Beträgen wurden die Werte von (Δg_2) zunächst auf die diesem letztern zugrunde liegende Tiefe der Ausgleichsfläche, nämlich T = 113,7 km, interpoliert. Da ferner die Hayford'schen Werte Δg_i der Seite 234 sich auf die Massen der ganzen Erde beziehen, wobei aber für die mehr als 167 km entfernten Massen ein konstanter Beitrag von $-0{,}010\ cm\ sec^{-2}$

---

8) Für die vorliegende Karte mittlerer Höhen läuft dieses Verfahren auf dasselbe hinaus, wie wenn schon für die mehr als 42 km entfernten Massen nur die Resultante Δg_i und nicht die Komponenten Δg_1 und Δg_2 getrennt berechnet worden wären. — Von einer Wiedergabe dieser Tabellen, die bei graphischer Darstellung die Berechnung sehr einfach gestalten, sehen wir der Kürze halber ab.

Station	Meereshöhe	(Δg_1)	(Δg_2) bis zur Entfernung a = 188 km				(Δg_2) bis a = 167 km	$(\Delta g_1) + (\Delta g_2)$ für T = 113,7 u. a = 167 km		Differenz
			T = 100 km	120 km	140 km	113,7 km	113,7 km	nach der Karte mittlerer Höhen	nach dem Hayford-schen Verfahren	
	m	10^{-3} cm sec^{-2}	10^{-3} cm sec^{-2}					10^{-3} cm sec^{-2}		
St. Maurice . .	419	+ 23,0	− 111,1	− 103,2	− 96,3	− 105,6	− 103	− 80	− 81	− 1
Sitten	514	+ 40,2	− 122,6	− 113,3	− 105,2	− 116,1	− 113	− 73	− 72	+ 1
Iselle	630	+ 22,4	− 124,0	− 114,7	− 106,6	− 117,5	− 114	− 92	− 95	− 3
Visp	649	+ 44,3	− 133,1	− 122,5	− 113,4	− 125,7	− 122	− 78	− 80	− 2
Brig	683	+ 45,0	− 132,5	− 121,9	− 112,8	− 125,1	− 122	− 77	− 75	+ 2
Gsteig	1185	+ 116,0	− 115,5	− 106,9	− 99,4	− 109,5	− 107	+ 9	+ 9	0
Zermatt	1603	+ 143,4	− 143,9	− 131,9	− 121,1	− 135,2	− 132	+ 11	+ 4	− 7
Simplonhospiz. .	1998	+ 219,0	− 132,0	− 121,4	− 112,4	− 124,6	− 121	+ 98	+ 86	− 12
Sanetsch . . .	2041	+ 216,2	− 118,3	− 109,4	− 101,5	− 112,1	− 109	+ 107	+ 95	− 12
Chanrion . . .	2435	+ 267,4	− 139,6	− 127,6	− 117,7	− 131,3	− 128	+ 139	+ 123	− 16
Grd. St. Bernard .	2473	+ 273,4	− 134,4	− 123,3	− 113,8	− 126,6	− 124	+ 149	+ 141	− 8
Schwarzsee . . .	2582	+ 281,8	− 141,4	− 129,2	− 119,1	− 132,9	− 129	+ 153	+ 135	− 18
Gornergrat . . .	3016	+ 320,4	− 139,5	− 127,6	− 117,6	− 131,1	− 128	+ 192	+ 175	− 17

angenommen wurde, ist in der letzten Kolonne der Werte (Δg_2) derjenige Betrag angegeben, der der Berücksichtigung der Massen bis 167 km Entfernung entspricht, und die Hayford'schen Werte Δg_i sind durch Vermehrung um 0,010 cm sec^{-2} ebenfalls auf die Massen innerhalb dieser Entfernung reduziert.

Wie aus den letzten Kolonnen der Zusammenstellung, Seite 234, hervorgeht, sind die Differenzen zwischen den beiden Rechnungsarten für Talstationen nicht bedeutend; sie erreichen nur wenige Einheiten der dritten Dezimalstelle von g in cm sec^{-2}. Für Gebirgsstationen nehmen aber die Differenzen erhebliche Beträge an, die bis nahezu 20 Einheiten geben. Wenn man der Rechnung eine noch stärker ausgeglichene Terrainform zugrunde legte, so würden auch bei den Talstationen grössere Differenzen, und zwar im positiven Sinne, auftreten. Bei dieser relativ weitgehenden Abhängigkeit scheint der Versuch, auf Grund von verschieden starker Ausgleichung der äusseren Massen in horizontalem Sinn die bestmögliche Darstellung der beobachteten Schwerewerte eines Gebirgslandes zu suchen und dadurch die Pratt'sche Hypothese genauer zu präzisieren, nicht ohne Aussicht auf Erfolg zu sein. Erst dann wird man auch auf die Frage nach den Beziehungen zwischen geologischen Vorgängen in der äussersten Erdrinde und den Anomalien isostatisch reduzierter Schwerewerte näher eintreten können.

Manuskript eingegangen den 15. Januar 1917.

Für Basel und für die Schweiz neue Lepidopteren, nebst einigen neuen Formen und biologischen Angaben.

Von

Eugen Wehrli.

Für die Faunistik unseres Gebietes hat der schon so lange dauernde Abschluss der Grenze wenigstens in einer Hinsicht etwas Gutes mit sich gebracht, dadurch, dass, infolge der Konzentration auf die schweizerische Seite, die Kenntnis des grossen Reichtums an Arten und der Mannigfaltigkeit an eigenartigen Formen ganz besonders unseres Juras sich wesentlich erweitert und vertieft hat, während früher unsere Basler Sammler zum Teil ausschliesslich, zum Teil mit Vorliebe den Seltenheiten des Schwarzwaldes, der Vogesen und der Rheinebene nachspürten. Sonst wäre es nicht denkbar gewesen, im Laufe von $2^1/_2$ Jahren einen solchen Zuwachs von 13 Gattungen, 127 Arten und 132 Formen für die baslerische Umgebung, von einigen Arten und Aberrationen für die Schweiz und von einigen unbeschriebenen Formen buchen zu können, trotz der vorausgegangenen vorzüglichen Arbeiten *Christ's*,[1]) *Courvoisier's*,[2]) *Seilers* in Liestal[3]) und trotz der im Jahre 1914 erfolgten gründlichen und umfassenden Neubearbeitung der Lepidopteren der Schweiz von *Vorbrodt*. Von Interesse ist der Nachweis einiger alpiner Falter, deren Vorkommen im Jura bisher gar nicht, z. B. Agrotis ocellina Hb. und Lar. laetaria Lah., oder nicht mit genügender Sicherheit (Lar. minorata Tr.) bekannt war. Besondere Aufmerksamkeit wurde der in Färbung und Zeichnung oft recht beträchtlichen Verschiedenheit der jurassischen Formen von den alpinen und voralpinen Stücken an beiden Orten vorkommender Spezies geschenkt;

---

[1]) *Christ,* Uebersicht der um Basel gef. Tagfalter und Schingiden. Verhandlg. d. Naturf. Gesellsch. Basel 1877, p. 368.

[2]) *Courvoisier,* Uebersicht über die um Basel gefundenen Lycaeniden. Ibid. Bd. XXI, pag. QTE. 153.

[3]) *Seiler,* Bombyciden, Noctuiden, Geometriden, von Liestal. Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland 1900, 1901, 1902, 1903, 1907, 1911.

besonders die an Felsen sich aufhaltenden Arten sind regelmässig im Jura viel heller und oft schärfer gezeichnet als in den Alpen; Einzelheiten sind aus dem Text zu ersehen. Manche in der Schweiz als grosse Seltenheiten geltende Tiere wie E. virgaureata Dbld., laquearia HS., pulchellata pyrenaeata Mab., expallidata Gn., valerianata Hb. scheinen im Basler Klima die Bedingungen zu häufigem Vorkommen zu finden. — Erwähnen möchte ich noch, dass der Lichtfang um Basel, wegen der unzähligen starken elektrischen Lampen überall, ganz bedeutend weniger ergiebig ist, als an lichtärmern Orten z. B. in der Ostschweiz; und doch hat diese Methode zur Wiederauffindung eines am Rhein seit vielen Jahren verschollenen Falters, der Tapinostola extrema Hb., geführt. — Sämtliche Tiere dieser Liste, soweit sie vom Verfasser gefunden wurden, sind entweder (die überwiegende Mehrzahl) im Freien gefangen, oder aus im Freien gesammelten Raupen gezogen worden; ex ovo habe ich gar nichts gezüchtet und glaube damit in der Natur fehlende Zucht-Kunstprodukte vermieden zu haben. Fundortsangaben und Notizen, hinter welchen kein Name gesetzt ist, rühren vom Verfasser her.

Abkürzungen: Courv. = Courvoisier; Vorbr. = Vorbrodt; Hon. = Honegger; gez. = gezogen; gef. = gefangen; St. = Stück; Expl. = Exemplar.

* Neu für Basel (in bisherigen Publikationen nicht oder irrtümlich, unsicher erwähnt, oder als erloschen gemeldet).

** Neu für die Schweiz und Neubeschreibungen.

Rhopaloceren.

Papilio machaon L. *immaculatus Schultz. Basel e. l. Hosp.

P. apollo L. *Pseudo-Nomion Christ: Roter Kern im äussern schwarzen Flecken des obern Randes der Vfl. Oseite. Sissacher-Fluh 1875 Christ[1]) seither wie es scheint nicht mehr. Am Weissenstein 2 St.

*nivatus Fruhst. Im Jura herrschende Lokalform. Einzelne meiner Falter vom Weissenstein sind von valesiacus Fruhst. — Formen von St. Niklaus nicht zu unterscheiden.

P. napi L. *bryoniae O. Hasenmatte mehrfach.

E. cardamines L. *turritis O. Basel Hosp. e. l.

C. edusa F. **pyrenaica Gr. Gr. Hüningen Hosp.

P. atalanta L. Mit weissrosa Mittelbinde. Basel Hosp.

A. *Ino Esp. Christ schreibt über diesen Falter p. 378: „Kommt im Elsass, in Baden und in der Schweiz jenseits des Jura vor, fehlt bis jetzt unserer Gegend.“ Am hintern Weissenstein-Weg vielfach.

Melanargia galathea L. **minor Vorbr. Basel Hosp.

Maniola stygne O. Hasenmatte, Hauenstein.
euryale Esp. *helvetica Vorbr. Hauenstein, Weissenstein häufig.
e. **ocellaris Stgr. Hasenmatte.
Eumenis fagi Scop. [= Hermione L.] *selene Fourcr. Juraform. An felsigen Orten nicht selten.
Pararge maera L. *herdonia Fruhst. Blauen. Die typische adrasta Hb. scheint uns zu fehlen, nach Vorbr.
egeria L. *elegantia Fruhst. Lange Erlen.
Epinephele tithonus L. **quadripunctata Hosp. Nenzlingen Hosp.
Coenonympha iphis Schiff. *carpathica Horm. und anaxagoras Assm. Blauen.
Chrysophanus hippothoe L. **albido-lunulata Rev. Weissenstein.
tityrus Poda *straminea Blach. Blauen.
phlaeas L. *caeruleopunctata Rühl. Blauen.
Lycaena medon Esp. **pseudocramera Courv. Basel Courv.
icarus Rott. **pusillus Gerh. Basel Courv.
i. *arcuata-retrojuncta Courv. Les Raimeux.
*thersites Cantener Baslerjura Courv.
hylas Esp. *nigropunctata Wh. Basel Hosp.
bellargus Rott. *albolineata Tutt. Flüh, Reinach Hosp.
b. *minor Tutt. Basel Courv.
corridon Poda. *suavis Schulz. Baslerjura Courv. Basel Hosp.
c. *calydonius Wheel. Basel Courv.
semiargus Rott. *impura Krul. Baslerjura, Egerkinden Courv.
s. **rufomaculata Courv. Langenbruck Courv.
alcon F. latimargo Courv. Blauen Courv.
a. *nigra Wh. Baslerjura Courv.

Sphingiden.

Acherontia atropos L. **imperfecta Tutt. Basel Hosp.
Celerio euphorbiae L. *rubescens Garb. Basel Hosp.

Bombyces.

Pigaera *anastomosis L. Hüningen, Elsass. Schupp.
Drepana *binaria Hufn. Dornach 1 St. Grellingen: Schupp.
*lacertinaria L. Allschwil 1 St.
Lophopteryx camelina L. *giraffina Hb. Basel.
Lymantria monacha L. *nigra Frr. und *eremita O. Grellingen und Lörrach Schupp.
Dendrolimus pini L. *unicolor-brunnea Rbl. Chrischona. Eine nach Vorbr. der *montana Stgr. nahestehende, dunkle Zwischenform bei Dornach.

Noctuiden.

Colocasia coryli L. *medionigra Vorbr. Dornach 1 sehr schönes Expl.
Agrotis janthina Esp. *latemarginata Röb. Hard, Basel.
*linogrisea Schiff. Arlesheim. — Gempen e. l., Basel e. l. Hon. (In den 80er Jahren von Wullschlegel am Belchen angegeben, seither nicht mehr im Gebiet gefunden.
fimbria L. *solani F. Basel. *brunnea und *rufa Tutt Basel Hon. und Schupp. Sissach Müller.
pronuba L. *brunnea Tutt. Basel, Gempen.
p. *hoegei HS. Sissach Müller.
comes Hb. *adsequa Tr. und *subsequa Esp. Sissach Müller e. l.
castanea Esp. neglecta Hb. Pfeffingen.
baja F. *grisea Tutt. Sissach Müller.
xanthographa Schiff. *rufa und *obscura Tutt. Sissach Müller.
x. *nigra Tutt. Basel.
candelarum Stgr. *signata Stgr. Dornach, Arlesheim.
*margaritacea Vill. Wie vorige, seltener.
multangula Hb. *dissoluta Stgr. Nach Vorbr., der meine Tiere sah, ausschliessliche Form im Jura. Moutier, Dornach.
*ocellina Hb. Sonst alpin. Neu für den Jura. 1 St. auf der Hasenmatte. Nach Vorbr. ein zweiter, noch unveröffentlichter Fundort im Waadtländerjura.
*decora Hb. Moutier L. (Vide Bemerk. sub linogrisea.) Nach Vorbr. i. l. im ganzen Jura nicht selten.
*latens Hb. Dornach 1 St. (Vide Bemerk. sub linogrisea.)
*corticea HB. Sissach Müller.
*Charaeas graminis L. Auf dem Weissenstein im August 1916 sehr häufig vormittags im Sonnenschein fliegend.
**albipunctata Lampa. Chrischona 1 St. Vorbr. det.
Sora *leucographa Schiff. Allschwil.
Mamestra *aliena Hb. Neudorf, Elsass, Hon. e. l.
nana Hufn. *ochrea Tutt. Gempen.
Dianthoecia *magnoli B. 1 Expl. von Basel e. l.
albimacula Bkh. Raupe nach Schupp *Mordraupe.*
Miana *ophiogramma Esp. Hard, Basel.
*latruncula Hb. und *aethiops Hw. Gempen.
bicoloria Vill. *vinctuncula Hb. Kleinhüningen. Sissach Müller.
Hadena *platinea Tr. Bei Dornach mehrfach.
monoglypha Hufn. *intacta Peters Chrischona.
*sublustris Esp. Chrischona. Sissach Müller. Binningen Schupp. Kleinhüningen Beuret.

gemina Hb. *remissa Tr. Hard, Basel, 1 St. Vorbr. bestät. Allschwil.

*unanimis Tr. Hard, Basel, 1 Expl. Vorbr. bestät.

rurea F. *alopecurus Esp. Allschwil, Gempen.

*illyria Frr. 2 geflogene aber sichere Expl. von Dornach. (Vorbr. bestät.)

secalis L. *leucostigma Esp. Chrischona.

Polia rufocincta H. G. *mucida Gn. Moutier.

*xanthomista Hb. Stammform Basel, 1 St. Hon.

x. *nivescens Stgr. Basel, 1 Paar.

*Callopistria purpureofasciata Pill. 1 Raupe bei Grellingen.

Mania maura L. *striata Tutt. Sissach Müller.

Hydroecia nictitans Bkh. *erythrostigma Hw. Sissach Müller.

*micacea Esp. Hard, Basel. Sissach Müller. Wird häufig mit M. acetosellae F. und Cosmia paleacea Esp. verwechselt.

Nonagria *cannae O. Binningen Schupp.

Tapinostola *fulva Hb. Stammform Allschwil. fluxa Tr. Blauen.

**extrema Hb. 2 St. bei Schweizerhalle. Neu für die Schweiz. Reutti und Spuler geben für diese Seltenheit an: „Auf beiden Rheinufern von Philippsburg bei Mannheim öfters beobachtet," pag. 79. Berge-Rebel 1910, pag. 224: „In der Rheingegend und im südwestlichen Deutschland ehemals einzeln gefunden, in neuerer Zeit wieder bei Wien und in England." Spuler, p. 220, Bd. I: „In Mitteldeutschland und in der Rheingegend von Speyer bis zum Main, in letzter Zeit nicht mehr beobachtet, auch in Württemberg, bei Wien, in Ungarn."

*Calamia lutosa Hb. Wallbach Schindler.

Leucania pallens L. *arcuata Stph. Allschwil.

vitellina Hb. Kleinhüningen Beurret.

turca L. Wie vorige.

Caradrina *selini B. *jurassica R. St. 1 Expl. bei Dornach. Vorbr. det.

*respersa Hb. Arlesheim, 2 St.

*alsines Brahm. Basel Hon. mehrfach.

*Petilampa arcuosa Hw. Selten. 2 St. bei Allschwil.

Taeniocampa puverulenta Esp. *rufa Tutt. Allschwil.

p. **nigropunctata m. Mit sehr deutlichen dunklen Querstreifen und Punkten der Vorderflügel. Münchenstein 2 St.

*populi F. mehrfach von Allschwil. *atropunctata Geest. Allschwil.

*opima Hb. Sissach Müller. Basel.

incerta Hufn. *atra Tutt. Trans. Basel.

Taeniocampa gracilis F. *brunnea Tutt. Münchenstein; rosea Tutt. Basel.

gr. **fasciata m. Raum zwischen äusserm Querstreifen und Mittelschatten dunkel ausgefüllt. Basel.

munda Esp. *immaculata Stgr. Sissach Müller.

m. *geminatus Hw. 1 Trans. Arlesheim.

Mesogona *acetosellae F. Arlesheim.

Ein äusserst interessantes Tier fing ich zu gleicher Zeit mit dem vorigen. Etwas kleiner als acetosellae, von gleicher Gestalt und Färbung; Saum der Vorderflügel gerundeter; äusserer Rand der Nierenmacel weniger stark eingebuchtet, gerader; der äussere Querstreifen der Vorderflügel fehlt; die Punktquerreihe an der Wellenlinie zu einer auffallenden, der Wellenlinie innen anliegenden und wie letztere verlaufenden, schwärzlichen Querlinie zusammengeflossen. Der innere Querstreifen gegen die Wurzel gerückt. Hinterflügel mit nur einem Bogenstreifen nahe dem Saum. Auf der Unterseite beider Flügel die Bogenlinien hinter der Mitte stark (um die Hälfte des Abstandes bei acetosellae) saumwärts verlegt. — Es handelt sich hier um einen unbeschriebenen Falter, den ich wegen der abweichenden Vorderflügelform für eine neue Art halte, und für den ich den Namen **Vorbrodti vorschlage. Vorbrodt und Culot tendieren mehr dahin, das sehr interessante Stück für eine individuelle Aberration anzusehen; immerhin will Culot dasselbe in einem Nachtrage zu seinem Werke Noctuelles et Geomètres d'Europe abbilden und beschreiben.

Calymnia trapezina L. *grisea und *ochrea Tutt. Münchenstein.

tr. **lutescens m. Vorderflügel normal, Hinterflügel glänzend gelb, nicht schwärzlich. Basel e. l.

Orthosia macilenta Hb. *nigrodentata Fuchs Arlesheim.

circellaris Hufn. *macilenta Hb. und *ferruginea Esp. Basel e. l.

Xanthia aurago F. fucata Esp. und *rutilago F. Arlesheim.

Orrhodia vau punctatum Esp. *immaculata Stgr. Sissach Müller.

vaccinii L. *canescens Esp. *mixta Stgr. *glabroides Fuchs Basel, am Köder.

Cucullia *campanulae Frr. Falter von Gänsbrunnen; 3 Raupen von Crémines, alle gestochen.

*Anarta myrtilli Hb. Vom Schweiz. Blauen und ob Brennet (Baden), Schupp. Die Raupe von Moutier.

Erastria venustula Hb. Chrischona.

*argentula Hb. Hard, Basel, mehrfach. Bei Kleinhüningen nach Seiler erloschen.

Prothymnia viridaria Cl. *fusca Tutt. Blauen.

Plusia *C. aureum Knoch. Hard, Basel.
gamma L. *rufescens Tutt. Allschwil. *pallida Tutt. Gempen Hon.
Euclidia mi Cl. *ochrea Tutt. Blauen Hon. 1 Übergangsstück.
Catocala fraxini L. *maerens Fuchs. Sissach Müller.
Zanclognata *tarsiplumalis Hb. Pfeffingen. 1 St.
Herminia *derivalis Hb. Lutterbach, Elsass, Hon.
Hypena rostralis L. *variegata Tutt. Allschwil, Chrischona.
*unicolor Tutt. Basel Hon.
Bomolocha fontis Thnbg. *terricularis Hb. Lutterbach, Elsass, Hon.
Cymatophora or F. *unifasciata Gml. und *unimacula Auriv. Allschwil. Ebenfalls bei Allschwil 1 Expl. mit schmalerem und durch Zusammenfliessen der Querstreifen am Innenrand geschlossenen Mittelfeld, das man mit f. **clausa bezeichnen könnte.
*duplaris L. Hard, Basel, 1 St.

Geometriden.

*Aplasta ononaria Füssl. *faecataria Hb. Beide Formen bei Basel e. l. Schupp.
Pseudoterpna pruinata Huf. **grisescens Reutti. Dornach.
Euchloris pustulata Hufn. Hard, Basel, 2 St.
Acidalia *muricata Huf. Lutterbach Hon., Elsass.
macilentaria HS. Dornach.
herbariata F. 1915 in meiner Wohnung 2 St. 1916 ebenda und im Nachbarhaus 6 St. In einem Garten Kleinhüningens 1 Exp. am Abend fliegend. 20. Juli 1916. Auch von Schneider, Basel, in Anzahl unabsichtlich an Thee e. l. gez.
bisetata Huf. **schaefferaria Fuchs. Im Saumfeld dunkler und schärfer gezeichnet. Basel.
*dilutaria Hb. Blauen, Muttenz, Gempen.
*deversaria HS. Dornach 2 St.
aversata L. *latefesciata Wehrli.[4]) Die dunkle Binde nach innen verbreitert, derart, dass auch die Mittelpunkte der Vorderflügel in derselben liegen. Gempen ein weiteres St.
*emarginata L. Kleinhüningen vielfach. Auch von Beuret dort gefangen.
rubiginata Hufn. **ochraceata Stgr. Bei Otterbach auf Ödland.
*incanata L. Gänsbrunnen, Arlesheim je 1 St. (Vorbr. det.)
strigaria Hb. Schweizer Blauen, Neudorf, Elsass, Hon.
?Submutata Tr. Ein wohl zu marginepunctata Goeze gehöriger Falter mit hellerer Grundfarbe und schärfern Vorderflügelspitzen, ein etwas geflogenes Stück, von Arlesheim.

---

[4]) Vorbr. Lep. der Schweiz, Bd. II, pag. 638.

Codonia *pendularia Cl. An einem Baumstamm 1 St. Basel.

punctaria L. *naevata Bastelb. Basel mehrfach. Auch von Sissach Müller. Am gleichen Standorte der **foliata Fuchs nahestehende Formen mit zusammenhängenden Flecken auf allen, auch den Hinterflügeln.

*quercimontaria Bastelb. Mehrfach um Basel in 2 Generationen Mai und August.

linearia Hb. *strabonaria Z. Unter der Art nicht selten.

Ortholitha bipunctaria Schiff. Genau so, wie bei plagiata L. tangens Fritsch, gibt es Exemplare, deren beide Mittelbinden in der Mitte zusammenfliessen und wieder auseinanderlaufen, die also ebensogut die Bezeichnung **tangens verdienen. Nicht allzu selten unter der Art.

Odezia *tibiale Esp. Vom Weissenstein Stahlberg. Schupp.

Minoa murinata Sc. Während meine 11 Falter aus dem Hügelgebiet des Thurgau fast alle heller oder dunkler *grau* sind, variieren meine jurassischen von hell ockergelb = *monochroaria HS. bis gelbbraun. 7 St.

Lobophora sertata Hb. Im Aargauer und Basler Jura häufig. Wie bei plagiata L. und bipunctaria Schiff. kommen auch bei dieser Art nicht selten **tangens-Formen vor.

*viretata Hb. Basel 1 Expl.

Operophthera brumata L. *hyemata Huene Basel 2 Expl.

Triphosa dubitata L. *cinereata Stph. An felsigen Jurahängen nicht selten, ein ganz kleines Exemplar mit 13 mm Vorderflügellänge von Gempen.

Lygris *reticulata (SV.) Thnbg. Rheinfelden Hon. Grellingen Schupp.

*ovulata Borgm. Blauen Schupp.

Larentia variata Schiff. *obeliscata Hb. Nach Mitteilungen Vorbrodt's eigene Art. *mediolucens Rössl. Blauen (Schupp) ist Aberrat d. obeliscata Hb. (Vorbr.)

*juniperata L. Aus dem Baslerjura mehrfach. Gez. vom Blauen von Hon. und Schupp.

immanata Hw. *marmorata Hw. Delitsch, Arlesheim, je 1 St.

truncata Hfn. *mediorufaria Fuchs. 1 Prachtsexpl. vom Gempen.

*firmata Hb. Vielfach von Waldenburg, Blauen, Dornach.

*laetaria Lah. Diese Art, von Frey (Lep. d. Schweiz, pag. 228) ohne genauere Standortsangabe im Berner Jura angegeben, ist von de Rougemont, der sie mit einem Fragezeichen anführt, im Kanton Neuenburg nie gefunden worden; ein bei Dornach gefangenes und durch Vorbrodt bestimmtes Expl. beweist, dass

Frey mit der Angabe „Jura“ im Recht ist. Todtnauberg[5]) (Schwarzwald), La Vancelle[6]) (Vogesen?).

*aptata Hb. In der Form *suplata Frr. mehrfach vom Weissenstein, Delitsch, Dornach. Die alpine grüne Form fehlt.

*aqueata Hb. An felsigen Hängen des Basler und Solothurner Jura schon in geringer Erhebung nicht selten, in zwei Generationen. Die Färbung variiert von lebhaft grün bis heller und dunkler grau. Nach Vorbr. sind die ihm von mir zugesandten Expl. *aus dem Jura viel heller, schärfer und kontrastreicher gezeichnet als die alpinen,* einzelne auch lebhafter grün: f. **jurassica m.

salicata Hb. und ablutaria Bdv. Die jurassischen Tiere heller grau als die des Hügellandes und die alpinen. Für den Neuenburger Jura ist nach de Rougemont *nur eine Generation im Mai* beobachtet worden; in unserm Gebiet kommt aber *eine reichliche zweite Generation* im August—September vor. Von 50 Basler Expl. meiner Sammlung gehören nur 23 der ersten, die übrigen der zweiten Generation an. Von Schupp. gez. Tiere schlüpften schon im März, *als Raupe im Gespinnst überwintert.*

fluctuata L. **acutangulata Cl. Ein nicht ganz extremes Stück von Dornach. montanata Schiff. *constricta Strand. Muttenz.

*suffumata Hb. Blauen, Gempen; auch Sissach Müller.

quadrifasciata Cl. **Thedenii Lampa. Sissach Müller.

ferrugata Cl. *unidentaria Hw. Um Basel mehrfach.

*spadicearia Bkh. Von vielen Lokalitäten um Basel. Auch Sissach Müller.

*pomoeraria Ev. Rheinfelden Honegger. Blauen Schupp.

*designata Rott. Um Basel vielfach, in zwei Generationen, April, Mai und August.

autumnata Bkh. **approximaria Weawer. Münchenstein, Neudorf Hon. **latifasciata Vorbr. Basel Hon.

*caesiata Lang. Häufig im Hochwalde des Weissensteingebietes, der Hasenmatte und des Delitsch. Von letzterm Ort ein nach Vorbr. der Form *calcarata Vorbr. nahestehendes Stück, aber ohne durchgehendes Mittelfeld.

*infidaria Lah. Gänsbrunnen, Weissenstein, Gempen. Auch vom Hauenstein Müller und vom Blauen Schupp.

*cyanata Hb. Weissenstein, Hasenmatte, Dornach. **flavomixta Hirschke. Weissenstein.

---

[5]) *Meess,* Nachtrag, Mitt. Bad. zool. Verein Nr. 18, 1907, p. 122.

[6]) *Peyerimhoff,* Cat. d. Lep. d'Alsace. Bulletin de la Soc. d'Hist. nat. de Colmar, 1880, p. 322.

tophaceata Hb. *jurassica Vorbr. An warmen felsigen Hängen des Basler Jura nicht selten. Kommt auch in dunkleren Stücken vor.

*verberata Sc. Im ganzen Weissensteingebiet ungemein häufig bis ins Tal herab; auch in der Form *bassiaria Feisth. und *tenuifasciata Höfner.

*nebulata Tr. Weissenstein, Arlesheim.

*achromaria Lah. Vorbr. det. Auf dem niedern Basler und Solothurner Jura in grösserer Zahl gefangen. 2 Generationen.

*alpicolaria HS. Im Jura bisher nur von de Rougemont am Mont d'Amin gefunden. Ich habe die Raupe vom Passwanggebiet bis zum Weissenstein und Hasenmatte an verschiedenen Lokalitäten in den Kapseln des gelben Enzians nachweisen können. Die Puppenruhe dauert meist 2 Jahre. Auch Schupp hat an einer dieser Stellen die Raupe erbeutet und den Falter erhalten.

*scripturata Hb. Sehr selten. 1 Expl. von Pfeffingen.

*transversata ThB. Thbg. (= lugubrata Stgr.) Weissenstein.

*subhastata Nolck. Reuchenette Schupp.

*affinitata Stph. Blauen 2 St. Hard, Basel, eine Zwischenform zu folgender. *turbaria Stph. Weissenstein, Blauen (Hon.).

*hydrata Tr. Falter gefangen bei Dornach. Aus Raupen vom Blauen gez. 19. und 22. Mai 1915.

*unifasciata Hw. Bei Stetten (Baden) unweit der Grenze (Hon.).

*minorata Tr. Weissenstein zwischen 800 und 900 m. 2 Expl. an Felsen, das eine tadellos, das andere abgeflogen; ein drittes, alle an derselben Stelle, ist mir entwischt. Vorbr., der das bessere derselben sah, schreibt, dass es sehr schön, wesentlich anders als seine 9 alpinen sei. — Vorbr. sagt pag. 92, Bd. II: „Der Falter ist in den alpinen Teilen des Landes weit verbreitet, scheint aber dem Jura-Hügelgebiet fast ganz zu fehlen." Keine Standortsangabe. De Rougemont, der den Falter im Neuenburger Jura nie gefunden und ihn mit einem Fragezeichen versieht, schreibt pag. 237: „Frey l'indique au Jura bernois. (Unbestimmte Angabe Verf.) Sauf cela aucune mention. M. de Rougemont ne l'a jamais rencontré qu'aux Alpes." — Jedenfalls ist die Art im Jura sehr lokal und selten, und an Orten zu suchen, wo an Felsen Euphrasia-Arten wachsen. Der Nachweis ihres Vorkommens im Gebiet ist durch meine Fänge gesichert.

albulata Schiff. Auf Bergwiesen ob Dornach und Arlesheim, und auch anderwärts, sehr gemein. Bei Liestal selten (Seiler).

*obliterata Hf. Basel 3 Expl. Auch von Schupp bei Grellingen und Reinach.

*flavofasciata Sebaldt. Binningen (Schupp), Basel (Wolfsgruber und Hosp).

bilineata L. *infuscata Gmpbg. Unter der Art nicht selten.

sordidata F. *fusco — undata Don. Gempen, Hard. Sissach (Müller). Vom Delitsch und vom Gempen dunkle Stücke, deren hell weissliches Mittelfeld breit schwarz abgeschnürt ist, so dass isolierte, breit schwarz gerandete, helle Flecken (ähnlich Augenflecken) entstehen, die analog der variata Schiff. stragulata Hb., ebenfalls als **stragulata bezeichnet werden könnten. Verdunkelte, der *infuscata Stgr. nahestehende Formen vom Hard und vom Gempen.

*capitata HS. 1 sicheres Expl. von Basel am Licht. E. l. gez. vom Blauen (Schupp) und Rheinfelden (Hon.).

*silaceata Hb. *insulata Hw. Sissach (Müller). Dornach.

*comitata L. Kleinhüningen am Licht, ein St. Beuret.

Asthena *anseraria HS.[7]) Um Basel vielfach, meist von Anfang bis Mitte Juni (alle meine hiesigen Falter sind zwischen 1. und 16. Juni gef.), gewöhnlich etwas später als die erste Generation der candidata Schiff., die in den Mai fällt. Hard Basel, Riehen, Chrischona, Blauen. Sicher auch im benachbarten Baden, wo sie von Reutti und Spuler nicht aufgeführt wird. Lepid.-Fauna Badens 1898.

*Chloroclystis coronata Hb. Die seltene Art an verschiedenen Stellen um Basel gefangen; Hard Basel, Chrischona, Allschwil, Gempen. Die Raupe im August mehrfach gefunden auf dem Blauen, bei Dornach, Les Raimeux, an Eupatorium cannabinum und Solidago, gleichzeitig mit derjenigen der E. virgaureata Dbld. Färbung und Zeichnung entsprechen den Abbildungen auf Taf. 4, Dietze, Biol. der Eupithecien. Hon. und Schupp fanden am Blauen die Raupe auf *Hypericum*, das als Nährpflanze von Dietze nicht angegeben wird, also wohl zwei Generationen. Falter im Mai und Juli gef.

Calliclystis *debiliata Hb. Rheinfelden (Hon.).

rectangulata L. *subaerata Hb. Sissach (Müller).

*cydoniata Bkh. Basel Hard. Binningen (Schupp).

Eupithecia (= Tephroclystia) *abietaria Goeze. Die Raupe in den Zapfen der Rottanne bei Wegenstetten gefunden.

*Strobilata Hb. Falter in 2 Expl. am Blauen erbeutet.

*laquearia HS. Hon. und Schupp holten sich die Raupe in grosser

[7]) Vergl. *Wehrli,* Mitt. Schweiz. entomol. Gesellsch. Bd. XII. 2, p. 50. — *Wehrli,* Grosschmetterlinge von Frauenfeld. Mitt. Thurg. Naturf. Gesellsch., Heft XX. 1913.

Zahl im Juli vom Blauen an Hypericum, also eine bisher in der Schweiz nie beobachtete *Sommergeneration.* Die Raupen der andern Generation an Euphrasia stricta Host. und Odontites lutea L. im Herbst.

*pulchellata Stph. *pyreneata Mab. Im Jura bisher nur bei Fenin von de Rougemont aus Raupen der Digitalis grandiflora Lam. gez. worden. In der nähern jurassischen Umgebung Basels habe ich die Raupe öfter und bisher ausschliesslich an der in unserm Gebiete vorherrschenden, *kleinblütigen Digitalis lutea L.* angetroffen. Es hat sich die Vermutung Dietze's pag. 35, es möchte die Raupe der pulchellata ausser auf Dig. purpurea und ambigua Murr. auch auf andern Digitalis-Arten vorkommen, bestätigt; es scheint dies bisher nicht bekannt gewesen zu sein. Vorbr. gibt Dig. grandiflora und ambigua an, also Synonyme, pag. 108, II. Bd. Reutti und Spuler erwähnen nur purpurea und grandifl. pag. 143. Die von mir beobachteten Raupen waren rötlich, auf dem Rücken dunkler, ohne distincte Zeichnung, entsprechend den zwei vergrösserten, blassroten Fig. rechts der Tafel 10 Dietze's. 11 Falter sind mir ausgekommen, vom 12. Mai bis 4. Juni; zwei davon wiesen ein helles aufgelichtetes Mittelfeld mit auf den Mittelfleck und nächste Umgebung beschränkte dunklere Stelle auf, wohl entsprechend der forma reducta Bastelb. Dietze p. 36.

*linariata Schiff. Scheint hier keineswegs häufig zu sein. Bisher nur eine einzige halberwachsene Raupe bei Dornach, gelblich-grün, mit angedeuteter Rückenzeichnung, an Linaria vulg. gefunden.

oblongata Borgstr. Die Raupe von Dornachbrugg an Umbelliferen. Falter von der Chrischona. Liestal (Seiler).

*extraversaria HS. Selten und vereinzelt. In der Schweiz bisher nur 8 Standorte bekannt; im Jura nur von Dombresson. Falter von der Chrischona und von Dornach. Die Raupe mehrfach bei Waldenburg und bei Moutier. Scheint der Fauna Badens zu fehlen. Reutti p. 147.

?silenata Stf. 4 Raupen, auf der Hasenmatte in den Blüten der Silene inflata Sm. gefunden, ganz verschieden von oblongata, mehr in der Zeichnung an laquearia erinnernd, dürften vielleicht als Falter diese Art ergeben.

*expallidata Gn. In der Schweiz nur in wenigen Stücken erbeutet worden, wie Vorbr. p. 111 schreibt, nur 8 Standorte. Sie ist aber in der Umgebung Basels an warmen, felsigen Orten keineswegs selten und von mir vielfach gefangen und e. l. gezogen worden. Falter und Raupe in der Erscheinungszeit

später als absinthiata Cl.; erstere gezogen und gefangen zwischen dem 27. Juli und 28. August, nur 1 Stück im Juli; absinthiata hingegen vom 15. Juni bis 2. August nur 1 St. im August. Die verschiedene Erscheinungszeit dürfte für die Artberechtigung dieser Species sprechen. Ich besitze auch Falter mit *zwei schwarzen Hinterleibsringen.* — Ganz besonders sei hier noch auf *die für diese Art bis jetzt nicht bekannten carnivoren Eigenschaften* der im Oktober an Solidago virgaurea L. lebenden Raupe aufmerksam gemacht. Ein ausgewachsenes Exemplar wurde angetroffen, als es eben gerade zwei in Häutung begriffene Spanner ihrer Art oder der absinthiata, an der Gaze des Topfes sitzend, verzehrte. — Fehlt laut Reutti und Spuler der Fauna Badens, p. 147.

absinthitata Cl. Falter und Raupe häufig.

satyrata Hb. Wie vorige. Die Raupe auf Scabiosen und Centaurea angetroffen, aber auch ausnahmsweise an Campanula rotundifolia.

*cauchiata Dup. Den seltenen und sehr vereinzelten Falter aus Raupen gezogen, von Dornach, vom Blauen, von Waldenburg und von Moutier. Die langgestreckte, grüne Raupe, stets einzeln, selten zu zweien, an einem Stock, sitzt abstehend an den Rippen oder Rändern des Blattes, nährt sich in unserm Gebiete ausschliesslich von den *Blättern* der Solidago virgaurea, und wurde von mir *nie an den Blüten* fressend gefunden, wie Favre[8]) und Vorbr.[9]) angeben. Die Raupe zahlreich auch von Schupp bei Grellingen und anderorts nur an den Blättern, der Falter von Müller zu Sissach in 1 St. erbeutet.

*isogrammaria HS. Das kleine Tierchen wird vielfach wegen seiner geringen Grösse übersehen, findet sich indessen um Basel nicht allzuselten, so am Wartenberg, bei Dornach, auf der Chrischona, im Hard Basel. Die Raupe in den Knospen von Klematis von Schupp mehrfach gefunden.

tenuiata Hb. Aus Raupen von Kätzchen der Salix caprea den Schmetterling in grösserer Zahl erhalten. Darunter zwei helle Individuen mit weisser Grundfarbe, vielleicht der f. **niveipicta Bastelb. entsprechend. Dietze, Eupithecien p. 26. Während niveipicta B. nach Dietze albinotische Formen bezeichnet, hält Vorbrodt meine Tiere eher für eine helle Kalkform und auch ich neige mehr zu letzterer Auffassung. Die Abweichung bedarf noch weiterer Prüfung. — *Der Falter erscheint hier ent-*

---

8) *Favre,* Faune de M.-Lepid. du Valais, pag. 311.
9) *Vorbrodt,* Lepid. der Schweiz, pag. 113, II. Bd.

sprechend der frühen Blütezeit der Weiden früher, als in den Büchern angegeben (Berge-Rebel z. B. den Juli, IX. Aufl., pag. 374), *schon Ende Mai, auch im Freien,* zu welcher Zeit Schneider denselben bei Münchenstein in Menge beobachtet hat.

*subciliata Guenée = inturbata Hb. Wiederum eine sehr seltene in der Schweiz bisher nur an zwei Orten, Dombresson (de Rougemont) und am Jorat (Rob.) nachgewiesene Art, von welcher ich am Blauen drei Raupen an Ahorn fand, deren eine den Falter am 25. Juli 1916 ergab (Vorbr. bestät.). — Fehlt der Fauna Badens.

*plumbeolata Hw. Falter bei Allschwil in ziemlicher Zahl gefangen. 2 Raupen Ende Juli bei Muttenz an Melampyrum pratense L., genau übereinstimmend mit den Abbildungen Dietze's auf Taf. 4. Interessanterweise hat der bekannte Tephrologe de Rougemont[10]) die Raupe nie gefunden, obwohl er den Schmetterling bei Dombresson fing. Es mag dies wohl daran liegen, weil die meisten Autoren die Erscheinungszeit derselben auf den Monat September verlegen, was wohl nur für höhere Lagen zutreffen dürfte.

*immundata Zell. Zwei stark abgeflogene Tiere sind mir von Vorbr. als wahrscheinliche immundata Z. mit ? bestimmt worden. Da die Nährpflanze im Gebiet wächst, ist das Vorkommen dieser Art als sicher anzunehmen.

*denotata Hb. Die Raupe ziemlich häufig in den Kapseln von Campanula Trachelium L. an verschiedenen Lokalitäten um Basel, so von Riehen, vom Wartenberg, Münchenstein, Blauen. Den Falter von Dornach 2 St. Auch von Sissach Müller. Ein dunkleres Stück e. l. der Form *atraria HS. nahekommend (Vorbr. det ?).

*albipunctata Hw. Nicht sehr selten um Basel. Die Raupe vielfach, oft zu mehreren, an den Dolden besonders der Angelica silvestris L. und von Heracleum Sphondylium L. Muttenz, Chrischona, Eggfluh, Blauen, Gänsbrunnen, Weissenstein.

*assimilata Gn. Öfter vom Hard Basel, Muttenz, Allschwil. Entgegen den Angaben der Autoren, dass die Raupe an den Blättern zu finden sei, die sie verzehre, habe ich von 2 Raupen *die eine völlig in, die andere an den Kätzchen* von Humulus Lupulus L. angetroffen. Auch Schupp fand bei Binningen und am Blauen *die Raupen stets in den Hopfenkätzchen verborgen, nicht an den Blättern.* Vorbrodt sammelte sie an der Unterseite der Blätter von Ribes nigrum L.

---

[10]) *De Rougemont,* Lépid. du Jura neuchâtelois, pag. 249.

*austerata Hb. = vulgata Hw. Mehrfach von Basel und Dornach-Arlesheim am Licht. Basel Hon.

*castigata Hb. Keine Seltenheit. Hard Basel, Allschwil, Dornach. Die Raupe an verschiedenen Blütenpflanzen, mehrere sogar an Campanula rotundifolia am Weissenstein. Auch von Schupp e. l. vom Blauen.

subfulvata Hw. Stammform bisher nicht angetroffen.

s. *oxydata Tr. Mehrfach von der Chrischona. Vorbr. det.

s. *ligusticata Donz. 1 Expl. von Gänsbrunnen. Vorbr. det.

*millefoliata Rössl. 1 Expl. von Dornach. (Vorbr. det.) Die Raupe an Achillea millefolium vom Weissenstein.

subnotata Hb. Liestal Seiler, nach Vorbr. pag. 120, Bd. II. Trotz intensivster Fahndung um Basel weder Falter noch Raupe erhalten.

*valerianata Hb. Nur wenige Standorte in der Schweiz bekannt, im Jura nur von Dombresson. Favre gibt für das Wallis an: „Très rare.“ Und doch ist die Raupe dieser Art überall in der Umgebung Basels häufig, von der Chrischona bis nach Gänsbrunnen, ausschliesslich auf Valeriana officinalis L. Aber auch der Falter fiel an verschiedenen Orten in meine Hand. Hon. und Schupp besitzen denselben e. l. von Rheinfelden, in Anzahl.

*actaeata Wald. Sehr selten. Nur drei Standorte in der Schweiz. 1 Expl. von Arlesheim. Vorbr. und de Rougemont det.

*trisignaria HS. Hinsichtlich Häufigkeit gilt für diese Art dasselbe, was für valerianata gesagt wurde. Die Raupe ist im Jura sehr häufig anzutreffen, besonders in den Dolden des Heracleum, aber auch an andern Umbelliferen, wie Angelica, Peucedanum Cervaria und Oreoselinum, Laserpitium, Pimpinella. Falter in Menge gez.

*innotata Hfn. Hfn. In der Nähe Basels schweizerseits die Raupe der Stammform in Anzahl auf Artemisia campestris gefunden. Auf andern Artemisia-Arten konnte dieselbe, auch in nächster Umgebung der campestris, nie, trotz eifrigen Suchens, nachgewiesen werden. Nach den Angaben Honeggers ist die Raupe bei Neudorf (Elsass) häufig.

Von der Sommergeneration *fraxinata Crewe kam Hon. am 30. August 1916 ein St. in Basel ans Licht.

*tamarisciata Frr. Bei Hüningen, Elsass, häufig Hon., Schupp.

*euphrasiata HS. Bei Dornach ein Expl. Vorbr. det. Bis jetzt nur vier Standorte in der Schweiz. Die Nährpflanze Euphrasia lutea kommt im Gebiet vor.

*pimpinellata Hb. Die Raupe ist im ganzen Gebiet an felsigen warmen Hängen, wo Bupleurum falcatum L. in Menge wächst, nicht selten, oft mehrere an einer Pflanze, zu finden. Auch in den Dolden von Pimpinella saxifraga L. und Peucedanum Oreoselinum Mönch. habe ich sie gesammelt. — Die Rotfärbung der einzelnen Raupen scheint nicht von der Ernährung mit den rötlichen Bupleurum-Früchten abzuhängen, da einerseits halberwachsene rote Raupen an Stöcken nur mit Blüten, ohne rote Früchte, sich finden, anderseits erwachsene, völlig grüne, Tiere an ganz abgeblühten Pflanzen mit fast lauter roten Früchten fressend leben.

scabiosata Bkh. Diese Art, in der Ostschweiz häufig gefangen, ist mir hier weder als Falter noch als Raupe begegnet, wohl durch Zufall. Seiler gibt sie für Liestal als nicht selten an.

impurata Hb. Falter und Raupe von zahlreichen Orten des Basler und Solothurner Jura; *modicata Hb. 2 St. von Dornach. Vorbr. det. Die impurata-Raupe geht im Jura bis über 1000 m; die Angabe, dass dieselbe in den Samenkapseln der Nährpflanze sich verpuppe,[11]) kann ich nicht bestätigen, da *alle meine zahlreichen Expl. an der Erde unter Pflanzenteilen ein mit Erdpartikelchen bekleidetes Gespinnst verfertigten, keine einzige innerhalb einer Kapsel.* Am Südhang des Weissenstein habe ich noch am 15. Oktober 1916 an Campanula rotundifolia eine hell-ockergelbliche, schlanke Raupe mit isolierten dunklen Punkten auf den Subdorsalen, in einigen Exempl. angetroffen, welche nicht schlecht mit der Abbildung der denticulata-Raupe auf Dietze's Tafel 36 übereinstimmt. Der auszuschlüpfende Falter wird darüber Klarheit bringen, ob impurata oder denticulata Tr. vorliegt. Die späte Erscheinungszeit spricht eher für letztere.

semigraphata Brd. Viel seltener als vorige. 2 Expl. bei Dornach.

distinctaria HS. Sehr selten. Ein einziges Stück bei Dornach (Vorbr. bestät.). Blauen Hon. Sehr wahrscheinlich die Raupe auf Thymus von Grellingen. Schupp.

*indigata Hb. Drei stark geflogene Falter aus dem Basler Jura wurden von Vorbr. mit ? als indigata Hb. bestimmt. Am Vorkommen dieser Art im Gebiet ist nicht zu zweifeln.

*sobrinata Hb. Falter vom Gempen vielfach. Vom Blauen öfter e. l. gez. Schupp, Hon. 1 Transit. zu *graeseriata Rätz. Gempen.

subumbrata Hb. = pusillata Schiff. Häufig.

---

[11]) *Vorbrodt*, pag. 127, Bd. II.

s. *tantillaria Bdl. Zwei dieser Form sehr nahestehende Falter vom Blauen.

s. **nigricaria Vorbr. Scharfgezeichnete, schwärzlich-graue, nicht schmutzig-ockergelbe (Dietze) Form d. subumbrata, die Vorbr. nach 6 am Blauen von mir gefangenen und ihm zugesandten Tieren aufgestellt hat.

*lariciata Frr. Nicht häufig. Falter von Dornach und vom Blauen. Die Raupe in Anzahl von Hon. und Schupp auf dem Blauen gefunden.

*virgaureata Dbld. Diese Art, von der Vorbr. schreibt: „Eine nur von wenigen Orten bekannt gewordene Seltenheit" und de Rougemont: „Rarissime," habe ich an warmen südlichen Abhängen der Umgebung Basels bis zum Weissenstein als Raupe, nicht aber als Falter, keineswegs selten, stellenweise sogar häufiger wie die gemeine absinthiata Cl. angetroffen und in Menge gezogen, e. l., an Solidago, Eupatorium, vereinzelt auch an Heracleum. Die Falter erschienen von März an bis 1. Mai, die meisten im April. (Im ungeheizten Zimmer.) *Überliegen der Puppe bis zur zweiten Generation 20. August* wurde von Hon. beobachtet, der mit Schupp das Tier öfter, auch von Rheinfelden, e. l. erhalten hat.

exiguata Hb. Falter in Mehrzahl von der Chrischona und bei Dornach. Liestal Seiler und Sissach Müller.

*nanata Hb. Ob Brennet, Baden, Schupp.

Phibalapteryx *aemulata Hb. Gempen. E. l. vom Blauen durch Schupp.

Abraxas marginata L. *naevata Hb. Chrischona, Allschwil. Übergänge zu nigrofasciata Schöyen. ebendort.

*Stegania trimaculata Vill. cognataria Ld. Allschwil (Schneider), Hüningen (Schupp).

Ennomos *autumnaria Wernb. Basel Hon. Wallbach Schindler.

quercinaria Huf. *carpinaria Hb. Leimental Hon.

Opisthograptis luteolata L. *aestiva Vorbr. Binningen Schupp.

Hibernia *bajaria Schiff. 1 ♀ in Kopulation mit ♂ O. brumata L. Lange Erlen. Schweiz. Blauen, bad. Rheinufer e. l. Schupp. Raupe im Mai an Liguster, Falter im November.

*obscura Helf. e. l. Basel.

Biston *pomonarius Hb. Rheinfelden Hon. e. l.

Boarmia repandata L. *nigricata Fuchs 1 Trans. Basel e. l. Hon.

rep. **simulata Vorbr.[12]) — Repandata-Form, bei welcher es zu einer analogen Fleckbildung in Zelle 3 der Vorderflügel ge-

---

[12]) *Vorbrodt,* III. Nachtrag Schweiz. entom. Gesellsch. Mitteil. 1917.

kommen ist, wie bei mac. bastelbergeri Hirschke. (Aber wohl nicht zu so tiefschwarzer wie bei dieser; der Verf.) Nach sehr zahlreichen, an Vorbrodt eingesandten Expl. vieler Basler Sammler, um Basel keineswegs selten und von vielen Lokalitäten.

rep. **destrigaria Hw. Trans. Mehrfach um Basel: Münchenstein Schneider. Binningen Schupp. Gempen.

*maculata Stgr. bastelbergeri Hirschke 2 St. bei Dornach.

roboraria Schiff. *infuscata Stgr. Basel e. l.

*bistortata Goeze. Scheint in der Umgebung Basels sehr häufig zu sein. Alle, aus 8 Sammlungen von mir an Vorbrodt gesandten, sehr zahlreichen „crepuscularia Hb." haben sich als bistortata Goeze entpuppt, darunter auch vielfach die Gen. aestiva **baeticaria Scharf. Vergl. auch Vorbr.[12]) Nur zwei nicht einmal sichere crepuscularia Hb., mit zwei Paar Sporren an den Hinterschienen, statt mit nur einem, wie es der crep. zukomme, von Grenzach, Schindler.

consortaria F. M. *consobrinaria Bkh. Schwörstadt (Baden) Schindler.

cinctaria Schiff. *pascuaria Brahm. Birs Schneider.

*Pachycnemia hippocastanaria Hb. Ob Brennet, Baden.

Gnophos obscuraria Hb. *argillacearia Stgr. Dornach, Arlesheim. Blauen Hon.

pullata Tr. *impectinata Gn. bei Dornach. Vorbr. det.

*glaucinaria Hb. *falconaria Frr. Dornach.

gl. plumbearia Stgr. Vorbr. schreibt mir über die ihm zugesandten Stücke: „Stimmt genau mit der Beschreibung, nur soll diese (plumbearia) kleiner sein. Ich hatte ein solches Stück an Püngeler gesandt, der mir lediglich schrieb: Nicht plumbearia." Demnach eine grössere gleichgefärbte f. **intermedia m.

*variegata Dup. 1 Expl. von Pfeffingen.

*Diastictis artesiaria F. M. Leimental (Schupp), Neudorf, Elsass, Hon.

Arctiiden.

Nola *cucullatella L. Münchenstein und Basel Hon.

Celama *cicatricalis Tr. **infumatalis Spul. Grellingen 1 St.

Sarrothripus reveyanus Sc. *dilutana Hb. Basel Hon.

*Nudaria mundana L. Bei Dornach 1916 häufig.

Phragmatobia fuliginosa L. *fervida Stgr. 1 Expl. Chrischona.

Arctia caja L. confluens Rbl. Basel e. l. Hyppyus.

Zygaeniden.

achilleae Esp. *Apicali-elongata Vorbr. und *anali-elongata Vorbr. Blauen.

filipendulae L. *quinquemaculata Vorbr. 1 Trans. Blauen.
*basi-medio-confluens Vorbr., *apicali-confluens Vorbr.
*medio-apicali-confluens Vorbr. Blauen.

lonicerae Esp. *basiconfluens Vorbr. Weissenstein.

Limacodiden.

*Heterogenea *asella Schiff. Chrischona 1 Expl.

Psychiden.

*Sterrhopteryx hirsutella Hb. Hard Basel.

*Rebelia plumella HS. 1 geflogenes Stück aus dem Hard Basel von Vorbr. mit ? det.

*Fumea casta Pall. Basel. Aus einem gefundenen Sack 1 Falter. Später an derselben Stelle sehr zahlreiche Säcke vorhanden, die meisten an Eichen.

Zum Schlusse bleibt mir noch die angenehme Pflicht zu erfüllen, allen meinen Mitarbeitern meinen besten Dank auszusprechen, vor allem Herrn Oberstl. Vorbrodt, Bern, Herrn de Rougemont, Dombresson, und Herrn Prof. Dr. Courvoisier, Basel, für die wertvolle Mithilfe bei der Bestimmung schwieriger und strittiger Arten und Formen, die ein grosses Vergleichsmaterial erforderte; ferner den Herren vom Entomologen-Verein Basel, die mir zahlreiche Fundortsangaben und biologische Notizen lieferten, besonders Herrn Honegger, der mir seine sehr reichhaltige Sammlung zur Verfügung stellte, sowie den Herren Müller Sissach, Schupp Binningen, Schneider, Beuret und andern, Basel, Schindler, Wallbach. In dankenswerter Weise übermittelte mir Herr Vorbrodt die Basel betreffenden Angaben des Manuskripts für den III. Nachtrag seines Schweizerischen Lepidopterenwerkes. Mitt. d. Schweiz. entomol. Gesellsch. 1917. (Angaben Courvoisier und Hosp.)

Manuskript eingegangen 30. Dezember 1916.

Über eine Oszillographenkonstruktion.

Von

Hans Zickendraht.

Mehr und mehr hat sich der Oszillograph als Hilfsmittel der Experimentalvorlesung über angewandte Elektrizitätslehre eingeführt. Schon bei der Veranschaulichung verschiedener Gleichstromvorgänge, bei denen Stromstärke oder Spannung als Zeitfunktionen erscheinen und dann namentlich auf dem Gebiete des Wechselstroms leistet der Apparat unschätzbare Dienste. So manche Begriffe aus der Lehre vom Wechselstrome, die dem studierenden Anfänger zunächst einige Schwierigkeiten bieten — ich nenne nur gewisse Fragen über Kurvenformen, dann den Begriff der Phasenverschiebung — werden durch die präzisen Bilder auf Mattscheibe oder Photographenplatte dem Verständnis in kürzerer Zeit nahegebracht, als es der Vortrag des Dozenten zu tun vermag. Dies ist der Grund, weshalb auch mehrfach versucht wurde, einfache Oszillographen für den Unterricht zu bauen. Wie immer bei derartigen Problemen weisen die verschiedenen Lösungen wechselnde Vorzüge und Nachteile auf. Um ein Beispiel zu nennen: Der masselose, augenblicklich reagierende Kathodenstrahl der Braun'schen Röhre vermag auf dem besten Leuchtschirm doch nur verhältnismässig geringe Lichtintensitäten zu entwickeln; auf diesem Wege kann also keine Demonstration in grossem Raume vorgenommen werden, auch wird der Lichtfleck nur durch besondere Massnahmen genügend klein und scharf begrenzt erhalten. Dem gegenüber steht die grosse Lichtstärke des Schleifenoszillographen, dessen nie ganz zu überwindenden Nachteile Trägheit und Eigenperiode der Messchleife sind. Das Fehlen jeglicher Eigenperiode, das augenblickliche Ansprechen auch bei den höchsten Frequenzen infolge der Masselosigkeit hat dem Kathodenstrahl als Messystem die Aufmerksamkeit der Physiker eingetragen, die Bequemlichkeit der Handhabung, die Lichtstärke und die verhältnismässig kompendiöse Apparatur sicherten dem Schleifenoszillographen die Verwendung in der Technik. Dorther schöpften wohl auch

Wehnelt[1]) und *Wittmann*[2]) die Anregungen zur Konstruktion ihrer Demonstrationsinstrumente, die eine wertvolle Bereicherung der Vorlesungsapparatur darstellen.

Der im Folgenden zu beschreibende Oszillograph geht direkt vom Wehnelt'schen aus; es wurde versucht, unter Anbringung einiger einfacher Modifikationen am Wehnelt'schen Modell im Zusammenbau mit der notwendigen Optik sowie einer kleinen Schalttafel für den bequemen Anschluss der Spannungs- und der Stromschleife an das zu untersuchende Objekt (Transformator, Lichtbogen und dergl.) eine Apparatur zu schaffen, die erstens jederzeit rasch für Vorlesungszwecke bereit ist und sich zweitens auch für Messzwecke mit und ohne photographische Aufnahme der Kurven eignet. Über den Grad der erreichbaren Messgenauigkeit später mehr.

Für die Vorversuche wurde zunächst vom Institutsmechaniker ein Wehnelt'scher Doppel-Oszillograph d. h. je ein vollständiges System aus Schleife und Elektromagnet gebaut und die beiden durch grosse Kugelgelenke allseitig beweglich gemachten Apparate übereinander an gemeinsamem Stative zu einem Ganzen vereinigt. Eine der Schleifen diente der Strom-, die andere der Spannungsmessung. Hierauf wurde ein schmales von einer kräftigen Bogenlampe kommendes Strahlenbündel durch zwei stark geneigte Beleuchtungsspiegel, der eine belegt, der andere unbelegt, so geteilt, dass zwei im Abstande der beiden Oszillographenspiegel einander parallel laufende Strahlenbündel entstanden. Durch passende Neigung der Beleuchtungsspiegel gelingt es bekanntlich, die Intensitäten beider Bündel gleich gross zu wählen. Je eine feine Lochblende und eine Linse bildeten die Vervollständigung der Optik. Es geriet, die scharfen Bilder der Lochblenden unter Vermittlung der beiden Oszillographenspiegel, die leicht zu einander geneigt wurden, auf einer beliebigen Stelle des Projektionsschirmes zur Deckung zu bringen. Schliesslich liess sich noch durch einen rotierenden Spiegel der Doppel-Lichtfleck zur horizontalen Linie auseinanderziehen, aus der dann beim Vibrieren der beiden Spiegel Strom- und Spannungskurve gemeinsam entstanden. Viel einfacher wird natürlich die ganze Anordnung, wenn es sich nur um die Darstellung einer einzigen Kurve handelt, aber die meisten Fälle des Unterrichtes verlangen gerade die gleichzeitige Darstellung von Strom- und Spannungskurve vornehmlich wegen gegenseitiger Verschiebungen, die ja meist auftreten.

Die oben gegebene Beschreibung der Versuchsdisposition lässt den hauptsächlichsten Mangel der Anordnung, ihre Unbequemlich-

---

1) Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 5 178 (1903).
2) Katalog des Phys. Mech. Instituts von Prof. Dr. M. Th. Edelmann & Sohn.

keit, deutlich hervortreten. Da der ganze Fehler aber lediglich in dem zu grossen Abstande der beiden Oszillographenspiegel liegt, so lässt sich die ganze Optik unmittelbar durch Zusammenrücken beider Schleifen vereinfachen. Der Gedanke ist keineswegs neu, sondern beim Siemens'schen Oszillographen schon längst verwertet. So ergab sich die Zweiteilung des Magnetfeldes durch Zwischenschaltung eines Eisenklötzchens zwischen die Magnetpole und damit das Zusammenrücken der beiden Schleifen bis zu einem gegenseitigen Abstande der Schleifenaxen von 7 mm. Die Optik vereinfacht sich durch diese Massnahme beträchtlich, indem sie sich auf den Beleuchtungsapparat, bestehend aus Lichtbogen und Kondensor, eine Lochblende, ein Projektionsobjektiv, die vibrierenden und den drehenden Spiegel beschränkt.

Die Forderung, mit dem Apparate auch photographische Aufnahmen der Kurven machen zu können, bedingt den Einbau von Oszillograph, Drehspiegel und Objektiv in einen lichtdichten Kasten; in eine Wand desselben können Mattscheibe oder photographische Kassette eingeschoben werden. Die Lochblende sitzt verschiebbar auf einer einfachen optischen Bank ausserhalb der Kamera.

Damit sind die Grundlagen für den Bau des Instrumentes vorgezeichnet und wir gehen an Hand der Illustrationen zur kurzen Beschreibung über.[3]) (Fig. 1 auf der folgenden Seite.)

Ein Linsensystem wirft ein scharfes Bild des positiven Kraters einer Bogenlampe auf die Lochblende A, wobei die Öffnung des projizierenden Strahlenkegels vor der Blende tunlichst so zu wählen ist, dass das Objektiv B gerade eben erfüllt wird. Dieser Bedingung ist leicht zu genügen, indem man den Querschnitt des Strahlenkegels, der sich auf dem zugeklappten Objektivdeckel abzeichnet, passend einreguliert. Der Oszillograph C steht nun, an einer der geneigten Wände der Kamera befestigt, dem Objektive B in einem solchen Abstande gegenüber, dass der Querschnitt des hier sich verjüngenden Beleuchtungskegels eben noch beide Spiegel sicher deckt. Diese Anordnung gewährleistet günstigste Lichtausnutzung. Da das Einfallslot auf den Oszillographenspiegeln mit dem einfallenden Strahle einen Winkel von 32° bildet, so wird auch unter diesem Winkel das doppelte Strahlenbündel auf den Drehspiegel D geworfen. Es sind zwei solcher Drehspiegel vorgesehen, von denen jeder für sich in die Fassung eingesetzt werden kann. Die Demonstration der Kurven verlangt eine möglichst häufige Wiederholung des auf der Mattscheibe E erscheinenden Bildes; deshalb wurde für diese Zwecke eine zwölfteilige

---

[3]) Der Apparat kann durch die Firma Fr. Klingelfuss in Basel, welche die Herstellung übernommen hat, bezogen werden.

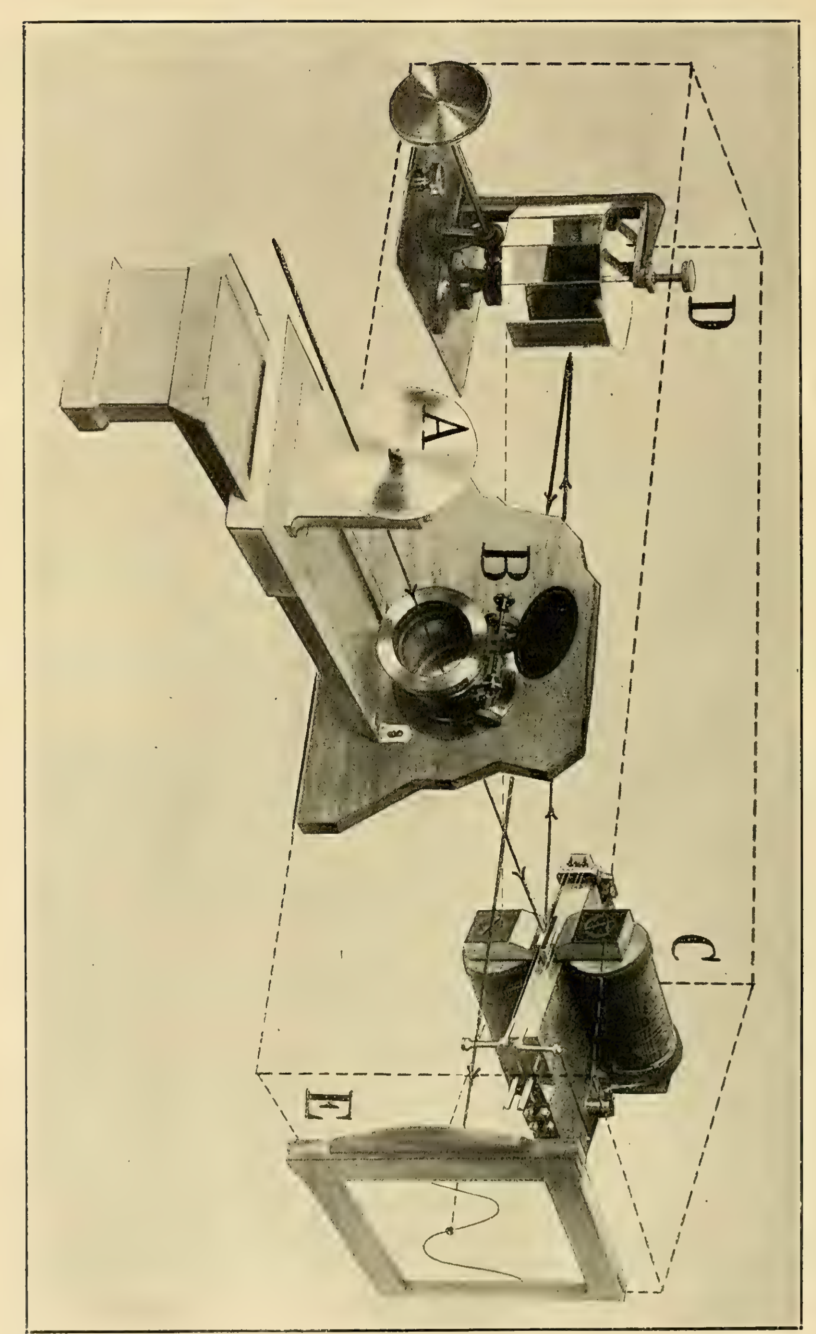


Fig. 1.

Spiegeltrommel gewählt. Die Trommel läuft zwischen Spitzen und erhält ihren Antrieb vermittels Schneckenrades von aussen. In Figur 1 ist auch die ausserhalb der Kamera liegende Schnurscheibe, welche dem motorischen Antrieb der Spiegeltrommel dient, dargestellt. Zum Zwecke der photographischen Kurvenaufnahme ersetzt man die Spiegeltrommel, die sich leicht herausnehmen lässt, durch einen einzigen auf der Vorderseite versilberten Spiegel, der bei einer Umdrehung um seine vertikale Axe nur eine Kurve auf der Mattscheibe entstehen lässt. Selbstverständlich muss der Moment, in welchem die Projektion der Kurve auf die an Stelle der Mattscheibe tretende photographische Platte erfolgt, von aussen erkennbar sein. Um dies zu ermöglichen, treffen bei der Spiegeldrehung einige in das Schneckenrad eingelassene Stifte eine kleine Feder und geben so mehrere kurze aussen hörbare Tonsignale. Während des Vorbeipassierens der Kurve auf der Platte bleiben die Signale aus, der Beobachter hat also während dieser Pause den Objektivdeckel offen zu halten und ist sicher, in diesem Zeitraume nur eine einzige Kurve auf der Platte aufgenommen zu haben. Der Lichtkreis auf dem geschlossenen Objektivdeckel bürgt dabei für die richtige Einstellung der Beleuchtungsvorrichtung.

Der Oszillograph C selbst soll noch in einigen Einzelheiten beschrieben werden. Sein Elektromagnet ist verhältnismässig kräftig angelegt, die Wicklung hat bei Zimmertemperatur 5,3 Ohm Widerstand. Versuche mit Gleichstrom in einer Schleife bei verändertem Magnetisierungsstrom ergaben, dass sich bei 2 Ampères in den Magnetwicklungen eine Annäherung an die Sättigung bereits deutlich bemerkbar macht. Ein dreizelliger Akkumulator direkt an die Magnetwicklung angelegt, erwies sich als günstigste Stromquelle.[4]) Der Anschluss geschieht wie bei den beiden Schleifen durch unverwechselbare Stecker von aussen (vergl. Fig. 2). Die Schleifen selbst bestehen aus Silberdraht von ca. 10 cm Länge und 0,01 cm Durchmesser. Sie können einzeln mittels einfacher Schraubvorrichtung angespannt werden, ausserdem ist es möglich, die beiden Drähte jeder Schleife gegeneinander zu verdrillen. So gewinnt man nämlich eine gute Justiermöglichkeit für die kleinen, vorne versilberten Oszillographenspiegel. Durch einen einfachen, von aussen ausführbaren Handgriff lassen sich die beiden Lichtpunkte auf der Mattscheibe, die der Strom- und der Spannungsschleife entsprechen, entweder zur Deckung bringen, etwa wenn es sich um die Aufnahme von Phasenverschiebungen handelt, oder trennen, wenn man Strom und

[4]) 2 Ampères erwärmten die Magnetwicklung bei Dauerversuchen etwas zu viel. 3 Akkumulatoren liefern etwa 1,2 Ampères Magneterregung.

Spannungskurve gesondert zeigen will. Wie schon beim Magneten erwähnt, führen die Enden der beiden Schleifen zu zwei Steckdosen auf der Aussenseite der Kamera. Der Oszillograph selbst ist mit seinem Grundbrette, einer Kastenwand, jederzeit leicht herausnehmbar und damit bequem zugänglich. Desgleichen lässt sich die von Objektiv und Spiegelantrieb durchsetzte Wand entfernen, was jeweils beim Übergang von der Projektion mittels Spiegeltrommel zur Photographie mittels des Einzelspiegels nötig wird. Die drehenden Spiegel können entweder durch einen Wechselstrom-Synchronmotor oder auch durch einen Gleichstrommotor angetrieben werden. Durch Einregulierung der Tourenzahl des Motors sorgt man bei Verwendung der Spiegeltrommel für ein möglichst ruhiges Bild der Kurven auf der Mattscheibe.

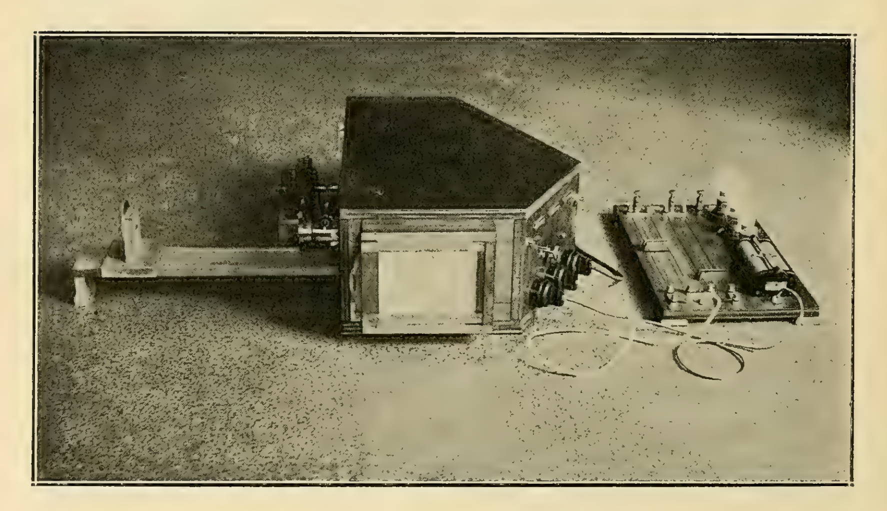


Fig. 2.

Der Bequemlichkeit der Handhabung wegen wurde schliesslich noch ein einfaches Schaltbrett angefertigt, welches den richtigen Anschluss von Strom- und Spannungsschleife erleichtern soll. Auf dem Brette befinden sich drei Schieberheostaten und drei Glühlampenfassungen zur Aufnahme verschiedener Lampenwiderstände. Die Schaltung versteht sich beinahe von selbst. Über die zwei dickdrähtigen Schieberheostaten, die vom Hauptstrome durchflossen werden, ist die Stromschleife im Nebenschluss gelegt. Diese Rheostaten sind praktisch als induktionsfrei zu betrachten. Der dritte feindrähtige Schiebewiderstand bildet mit den drei Lampen den Vorschaltwiderstand zur Spannungsschleife. Da der Rheostat etwas Selbstinduktion besitzt, so ist der Vorschaltwiderstand zur Span-

nungsschleife tunlichst durch die drei Lampen zu bilden und der Rheostat nur zur Zwischenregulierung zu benutzen. Jede Lampe lässt sich einzeln kurz schliessen und dadurch ausschalten.

Da die vorliegende kurze Abhandlung sich zunächst nur auf eine allgemeine Beschreibung des Oszillographen beschränken soll, so mögen hier nur noch einige vorläufige Betrachtungen über das Messen mit dem Apparate Platz finden:

Die Voraussetzungen für das korrekte Arbeiten eines Oszillographen sind bekanntlich

grosse Empfindlichkeit der Schleifen,
kurze Eigenschwingungsdauer und
gute Dämpfung.

Die ersten beiden Anforderungen bekämpfen sich leider, indem bei Verkleinerung der Eigenschwingungsdauer durch Anspannen der Schleife notwendig eine Verringerung der Empfindlichkeit eintreten muss. Als Dämpfungsmittel wurden vorderhand mit recht gutem Erfolge Watteunterlagen in gleichmässiger Verteilung unter den stark gespannten Schleifen versucht.

Ein Mass für Empfindlichkeit und Eigenfrequenz ist durch die folgenden Aufnahmen gegeben:

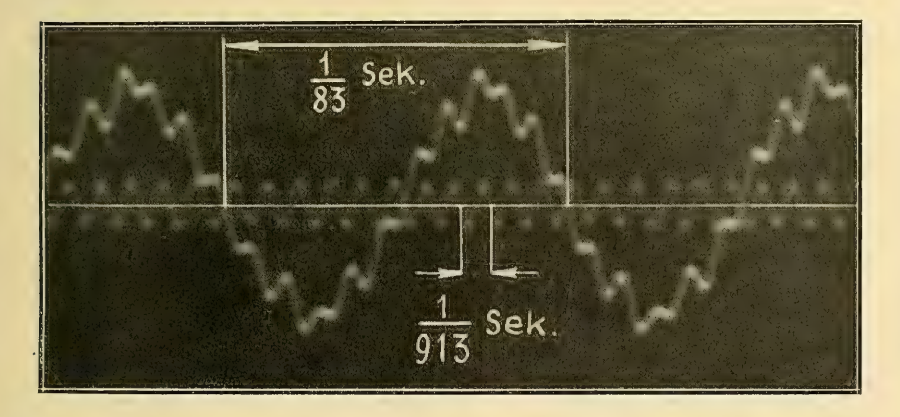


Fig. 3.

Einer der Wechselstromgeneratoren der physikalischen Anstalt[5]) wurde auf eine Frequenz von 83 pro Sekunde bei einer Spannung von 100 Volt eingestellt und mittels der gedämpften Schleife I die Kurve aufgenommen; der infolge von Erschütterungen vibrierende Spiegel der Schleife II zeichnete dann eine wellenförmige Null-

[5]) Vgl. die Abhandlung von *A. Hagenbach* in dieser Zeitschrift Bd. XXVIII (1917). Daselbst auch weitere Oszillogramme.

linie, an welcher aus der bekannten Periodendauer der Wechselstromkurve die Eigenfrequenz gemessen werden konnte. Eine Gleichstromeichung der Ablenkungen bei einer Magneterregung von 1,5 Ampères gibt die Empfindlichkeit der Anordnung an.

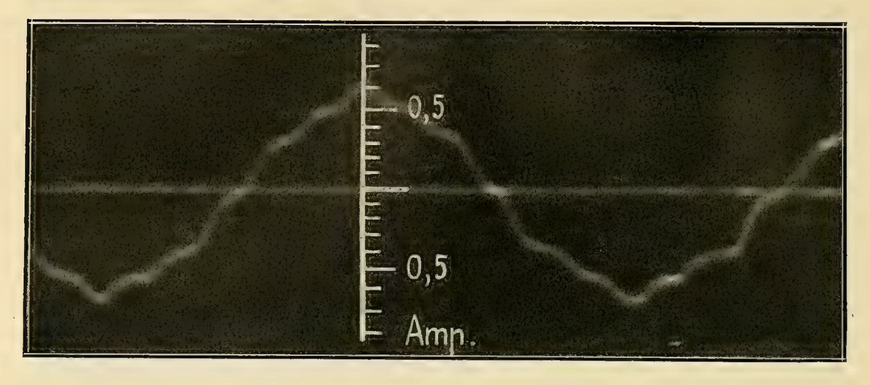


Fig. 4.

Auf der Mattscheibe resp. der Photographenplatte stellt also dar:

1 cm Ablenkung 0,48 Amp. Gleichstrom in der Schleife.[6])

Ferner ist die:

Zahl der Eigenschwingungen der Schleife II 913 pro Sekunde.
Eigenschwingungsdauer ,, ,, 0,00109 Sekunden.

Noch genauere Resultate lieferte eine photographische Aufnahme der Stromkurve eines Stimmgabelunterbrechers. Bei beiden ungedämpften Schleifen wurden dabei die Eigenschwingungen erregt, die sich bei der einen Schleife der Stromkurve überlagerten. So wurde ermittelt

Eigenschwingungszahl der Schleife I 845 Schw. pro Sek.
Schwingungsdauer 0,00118 Sek.
Eigenschwingungszahl der Schleife II 896 Schw. pro Sek.
Schwingungsdauer 0,00112 Sek.

Berücksichtigt man, dass bei der ersten Messung an Schleife II die etwas unsichere Angabe des technischen Frequenzmessers an der Wechselstrommaschine als Grundlage diente, so ist die Übereinstimmung zwischen den beiden Ergebnissen für die Schleife II als befriedigend zu erachten.

---

[6]) Vgl. hierüber die Wertung der Gleichstromeichung weiter unten.

Hier ein Vergleich der Eigenschwingungsdauern T anderer Oszillographen:[7])

Doppelter Hochfrequenzoszillograph von Duddell
T = 0,000125 bis 0,000100 Sek.
Einfacher Oszillograph mit Permanentmagnet von Duddell
T = 0,000200 Sek.
Oszillograph von Siemens und Halske
T = 0,000250 bis 0,000167 Sek.
Oszillograph von Blondel mit kurzem Al.-Band
T = 0,000100 bis 0,000067 Sek.
Demonstrations-Oszillograph von Wehnelt T = 0,003 Sek.

Bei allen Untersuchungen mit technischen Wechselströmen, deren Frequenz in der Gegend von 50 und darunter liegt, wird also der oben beschriebene Oszillograph vollauf genügen; auch bei 80 Perioden machen sich zufolge der guten Dämpfung die Eigenschwingungen noch nicht geltend. Es möge hier noch bemerkt werden, dass bei den verhältnismässig starken Schleifenströmen die Erwärmung der Schleifendrähte zu einer Vergrösserung der Eigenschwingungsdauer durch thermische Ausdehnung führt. Die Drähte erschlaffen etwas, infolgedessen nimmt die Empfindlichkeit der Anordnung mit steigender Stromstärke in der Schleife zu.

Untersucht man, wie an anderer Stelle näher erläutert werden soll, den Drehwinkel des Schleifenspiegels bei konstantem Magnetfeld als Funktion der Stromstärke in der Schleife, so findet man bei kleinen Stromstärken nahezu Proportionalität zwischen Stromstärke und Drehwinkel; gleichzeitig bemerkt man aber mit wachsender Schleifenbelastung die oben erwähnte Empfindlichkeitssteigerung, indem beim Gleichstromversuch schon bei etwa 0,5 Ampères eine zunehmende Erwärmung der feinen Silberdrähte und damit ein Kriechen des Spiegels bis zu einem gewissen Gleichgewichtswert eintritt. Die Drehwinkel des Spiegels wachsen dann rascher als proportional mit der Stromstärke.

Beispiel: Magneterregung von 1,45 Ampères. Schleife ohne besondere Dämpfung:

Strom in der Schleife II	0,32	0,44	0,60	0,83 Amp.
Drehwinkel „ „	$1^0\,9'$	$1^0\,40'$	$2^0\,18'$	$3^0\,53'$

Wird die Schleife von Wechselstrom durchflossen, so entsteht in kurzer Zeit ein gewisser mittlerer Gleichgewichtszustand bezüglich

[7]) Vgl. *E. Orlich.* Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven. (Braunschweig 1906) p. 52.

der Erwärmung; es stellt sich, da die Schleifentemperatur den Momentanstromstärken nicht folgen kann, eine mittlere Empfindlichkeit her, die von Stromstärke, Frequenz und Kurvenform des untersuchten Wechselstromes abhängig ist und somit von der Gleichstromeichung abweichen muss. Auch diese Verhältnisse werden sich am beschriebenen Oszillographen näher untersuchen lassen.

Schliesslich ist noch die Frage nach der optischen Übertragung der Spiegeldrehungen φ auf die Mattscheibe resp. Photographenplatte als Ordinaten der Kurve kurz zu beleuchten. Eine einfache geometrische Betrachtung liefert die Kurvenordinaten als Funktion der Spiegeldrehung φ, der Neigung α des beleuchtenden Einfallsstrahls bis zum Oszillographenspiegel (vergl. Fig. 1) und der Abstände Oszillograph—Drehspiegel D_1 und Drehspiegel Mattscheibe D_2. Die Rechnung mit den diesbezüglichen Daten des ausgeführten Apparates ergab für das im obigen Beispiel angeführte Intervall von 0 bis 4^0 Spiegelneigung an den Oszillographenschleifen noch nahezu vollständige Proportionalität zwischen Kurvenordinate und Spiegelneigung.

Die Kurven sind also umsoweniger verzerrt, je geringer die Schleifenstromstärke gewählt wird.

Innerhalb der zulässigen Schleifenstromstärken (bis etwa 0,5 Amp.) sind die Drehwinkel der Schleifenspiegel und die Kurvenordinaten dem Schleifenstrome nahezu proportional.

Bei Wechselstrom liegen die Verhältnisse, welche eine getreue Kurvendarstellung bedingen, wegen der gleichmässigen Schleifentemperatur und damit der konstanten Empfindlichkeit günstiger als es bei der Gleichstromeichung erscheint. Die letztere ist somit für die Momentanstromstärken beim Wechselstrome nicht ohne weiteres massgebend.

Physikalische Anstalt Basel, Abteilung für angewandte Physik
1. Februar 1917.

Über Nebenformen, Rassen und Zwischenformen bei Lycaeniden.

Von

L. Courvoisier.

Die Erforschung der Veränderlichkeit der Arten bei den Schmetterlingen überhaupt und bei den Lycaeniden im Besondern bietet einen eigentümlichen Reiz. Denn gerade die letztere Familie zeichnet sich durch grosse Mannigfaltigkeit der Formen aus.

Die alten Autoren waren meist rasch bereit, ungewohnte Erscheinungen in der Falterwelt als Ausgeburten einer Laune der persönlich gedachten Natur, als „Spielarten", als „Lusus naturae" zu bezeichnen. Heute vermeidet man gern eine solche Auffassung und die auf ihr beruhenden Ausdrücke. Dafür hat man andre erfunden, die zwar zum Teil, wie der Ausdruck „Varietät", einfach die Tatsache einer Veränderung angeben, zum Teil aber wieder eine Hypothese aussprechen. Denn Bezeichnungen wie „Unterart—Subspecies" entspringen offenbar der Vorstellung, dass die Form, der sie gelten, einer über ihr stehenden „Art—Stammart" untergeordnet, ihr nicht ebenbürtig sei. Vollends kann der Ausdruck „Abart-Aberration" nur so ausgelegt werden, dass er ein „Ausderartgeraten", eine Entgleisung bedeute.

Diese Auffassung hat dazu geführt, dass manche systematische Werke zweierlei Artveränderungen unterscheiden, nämlich: 1. „die Varietät, 2. die Aberration." Gelegentlich ist dann ein Verfasser im Zweifel, zu welcher der beiden Gruppen eine Form zu stellen sei; oder er lässt eine und dieselbe Form das eine Mal als Varietät, das andre Mal als Aberration auftreten (z. B. bei Staudinger-Rebel, Catalog 1901: No. 488 michaëlis Var. an Ab.? gabrielis; No. 506 thersamon Var. et Ab. omphale; No. 592 eumedon Ab. et Var. fylgia etc. etc.).

Wollen wir aber ehrlich sein, so müssen wir gestehen, dass, wenn wir bei einer Spezies eine „Stammart" annehmen und Abweichungen von dieser als „Varietäten" bezeichnen, wir nur einem praktischen

Bedürfnis entsprechen; dass wir aber im Grund kläglich wenig darüber wissen, was bei einer Art ursprünglich, primär und was nachträglich, sekundär ist. Besonders gewagt erscheint die Unterscheidung zwischen Varietät und Aberration. Gewiss gibt es Fälle, wo wir mit einem Schein von Recht von einer Verirrung reden dürfen; so z. B. bei den sogenannten „Zeichnungsaberrationen", bei denen etwa die für eine Spezies charakteristischen Ocellen abnorm vermehrt oder zusammengeflossen sind oder im Gegenteil fehlen. Das sind individuelle Ausnahmen, die vielleicht allerdings überall, aber oft unter Hunderten, ja Tausenden von Exemplaren erst einmal vorkommen. Und doch kann man auch bezüglich solcher Erscheinungen merkwürdige Beobachtungen machen: so fing ich z. B. bei Zermatt auf einer nur wenige Quadratmeter messenden Stelle 4 Exemplare einer und derselben Aberratio disco-elongata von *argus* L.; vermutlich stammten alle aus der gleichen Brut.

Um über die Entstehung der Varietäten einigermassen klar zu werden, hat man seit langer Zeit zum Experiment gegriffen. Man hat Puppen teils dem Frost, teils der Hitze ausgesetzt (Standfuss und andre). Mat hat die verschiedenen Strahlen des Sonnenspektrums auf sie wirken lassen (Kathariner). Man hat sie in reine Sauerstoff- oder Stickstoff- oder Kohlensäure-Atmosphären gebracht (Gräfin Linden). Man hat ferner durch verschiedene Fütterung der Raupen die Färbung der zukünftigen Bilder zu beeinflussen gesucht. Bei diesen Versuchen hat man merkwürdige Überraschungen erlebt. So hat man z. B. aus einer und derselben Brut bei Anwendung einer und derselben Temperatur einmal ganz verschiedene, ein andres Mal bei Frost wie bei Hitze die gleichen Färbungen entstehen sehen. Jedenfalls sind durch diese Experimente die Geheimnisse, welche in freier Natur bei der Ausbildung der Varietäten walten, nur zum kleinsten Teil ergründet worden. Namentlich bleiben uns die Wirkungen, welche im Freien durch die Kombination verschiedener physikalischer und chemischer Agentien hervorgebracht werden, vorläufig rätselhaft. Ehe wir aber darüber besser aufgeklärt sind, als es tatsächlich der Fall ist, empfiehlt sich bei der Wahl der Bezeichnungen für die beobachteten Veränderungen der Arten die grösste Vorsicht. Besonders zurückhaltend sollte man meines Erachtens mit dem Ausdruck „Rasse" sein, der sich neuerdings grosser Beliebtheit erfreut. Derselbe darf doch nur angewendet werden, wo eine Form in zahlreichen Exemplaren, gehäuft auftritt und nachweislich durch Inzucht und unter Weitervererbung ihrer wichtigen Merkmale sich vermehrt. Denn nur die Erfüllung dieser Bedingungen verbürgt diejenige Abschliessung gegenüber andern Formen, die zum Begriff der Rasse gehört. Jede Vermischung mit andern

Formen muss die Rasse zerstören; und sobald zwischen zwei Rassen Übergänge nachweisbar sind, hören sie auf, es zu sein.

Man darf sich aber auch nicht daran stossen, wenn gelegentlich mitten unter der sogenannten „Stammform“ einzelne Individuen auftreten, die mit denjenigen einer ihrer „Rassen“ übereinstimmen. Im Gegenteil erscheint die Annahme erlaubt, dass, wenn einmal einer Art die Fähigkeit innewohnt, eine bestimmte Nebenform hervorzubringen, diese überall wird entstehen können, wo die für ihre Entwicklung erforderliche Kombination von innerer Veranlagung mit äusseren Einflüssen gegeben ist. Es hat somit keinen Sinn, solche vereinzelte Erscheinungen unter der Bezeichnung „Aberration“ der „Rasse“ gegenüberzustellen. Alle Formen einer Art sind einander gleichwertig. Darum passt für sie eben am besten der Ausdruck „Form“, der nichts über das Wesen aussagen, sondern nur die äussere Erscheinung angeben will. Und nur aus Zweckmässigkeitsgründen mag man „Stammformen“ und Nebenformen“ unterscheiden.

Nach dieser Darstellung meines Standpunkts in der Auffassung der Varietäten etc. beginne ich mit einer Betrachtung derjenigen Farbenveränderung, welche als sogenannte **„Geschlechts - Zweifarbigkeit. Sexual-Dichroismus“** häufig vorkommt.

Leuchtende, bei den Lycaenen blaue, bei den Chrysophanusarten rotgoldene Färbung der ♂♂, matte, bei den Bläulingen braune, bei den Goldfaltern bräunliche bis schwarze Färbung der ♀♀, so lässt sich in Kürze diese Erscheinung beschreiben, die oft als Regel gilt, es aber selten wirklich ist.

Eine richtige, beständige Zweifarbigkeit findet sich nämlich nur bei wenigen Lycaenen. Ich nenne hier z. B. *arcas* Fbr., *dolus* Hbn., besonders aber *Everes alcetas* Hbn. (fälschlich coretas Ochs.), der früher allgemein als Aberration von *argiades* Pall. aufgefasst wurde, aber eine gute Art ist und sich unter anderem eben dadurch von letzterem unterscheidet, dass sein ♀ nie anders als einfarbig schwarz ist.

Annähernd beständig dichroisch, im ♂ Geschlecht blau, im ♀ braun, sind unter unsern einheimischen Lycaenen *damon* Schiff. und *semiargus* Rott. Höchst selten kommen bei ihren ♀♀ geringe Bestäubungen der Flügelwurzeln vor. Von ersterem hat das Basler Museum ein schönes blaues ♀ von Bormio, von letzterem besitze ich selbst ein armenisches.

Etwas weiter vom strengen Dichroismus entfernt sich eine Anzahl unserer Bläulinge, indem ihre ♀♀, die zwar gewöhnlich braun

sind, öfters ein vom Körper aus verschieden weit in die Disci hineinreichendes Blau aufweisen. Hier wären z. B. zu nennen: *lycidas* Trapp, dessen ♀♀ (wie 2 von Berisal in meiner Sammlung beweisen) ausnahmsweise sogar ein lebhaftes Blau in fast gleicher Ausdehnung wie die ♂♂ zeigen: *F. caerulea m.*; sodann *orbitulus* de Prunner (einzig richtiger Name für die Spezies, die seit mehr als einem Jahrhundert infolge einer unbegreiflichen Verwechslung pheretes Hbn. genannt worden ist); bei ihm wird die von Wheeler als *caeruleopunctata* bezeichnete ♀ Form mit blauem Fleck um den Mittelmond des Vorderflügels öfters beobachtet, selten dagegen die von mir benannte, stark blaue F. *caerulea*. Weiter *tithonus* Hbn. (eros Ochs.), dessen von Oberthür aufgestellte Form *caerulescens* hie und da vorkommt, während ein als *caerulea* zu bezeichnendes ♀, das vom Blau des ♂ ist, von mir erst einmal bei Zinal im Wallis gefangen wurde. Endlich *hylas* Esp. mit gelegentlich vorkommenden ♀♀, deren sämtliche Flügel von leuchtenden blauen Streifen durchzogen sind: *F. metallica* Favre (gabrielis Obth.). Bei *sebrus* Hbn. sind basal bläulich übergossene ♀♀ (*F. saportae* Dup., violetta Verity) ziemlich häufig, ganz blaue wohl unerhört.

Bei wieder andern Arten zeigt sich die Blaufärbung der ♀♀ wesentlich häufiger. So ist bei *bellargus* Rott. die Zahl der ♀♀, die mindestens blaue Flügelwurzeln haben, sehr gross, ja stellenweise, z. B. um Basel, grösser als diejenige rein brauner. Aber höhere Grade der Blaufärbung, wie sie die *F. thetis* Rott. (ceronus Esp.) zeigt, indem höchstens die Flügelsäume braun bleiben, kommen, wenn auch vielerorts, so doch nur in einzelnen Exemplaren vor. Bei der nordafrikanischen Form *punctifera* Obth. jedoch scheinen mit wenigen Ausnahmen alle ♀♀ stark blau zu sein bis zu einem Grad, wo buchstäblich alle Flügel himmelblau sind. Diese letztere *F. coelestis* Obth. ist anderwärts kaum beobachtet; doch besitze ich ein ganz typisches Stück von Magdeburg.

Auch bei *icarus* Rott. scheinen mehr oder weniger blaue ♀♀ in den meisten Gegenden durch alle Generationen und neben braunen ungefähr gleich häufig zu sein. Dabei kommen alle Abstufungen vor, von leichter blauer Bestäubung der Flügelwurzeln, wie sie das in meinem Besitz befindliche Originalexemplar der *F. caerulea* Fuchs zeigt, durch alle die, unsinniger Weise mit etwa 10 eigenen Namen versehenen Nüancen hindurch, bis zu ihrem von Gillmer als *amethystina* bezeichneten Superlativ hinauf. Unter den *icarus*-Formen scheinen sich *celina* Aust. und *kashgarensis* Mrc. durch starkes Überwiegen, aber doch nicht durch Ausschliesslichkeit blauer ♀♀ auszuzeichnen.

Dem *icarus* durchaus parallel verhält sich sein Doppelgänger *thersites* Cantener, dessen ♀♀ ebenfalls sehr häufig und in allen Graden blau sind.

Eine ähnliche Häufung blauer ♀♀, wie bei den eben genannten Arten, kommt bei *idas* L. (argyrognomon Bgstr.) vor. Auch hier halten sich braune und blaue ♀♀ nahezu die Wage. Letztere erscheinen in allen Graden der Blaufärbung. Während aber derartige Formen an vielen Orten einzeln sich finden, herrschen in gewissen Gegenden blaue ♀♀ so sehr vor, dass sich der Gedanke an eine Rassenbildung aufdrängen könnte. Frey hat 1880 gewissen ♀♀, deren ♂♂ er aber gleichfalls beschreibt, den Namen *argulus* erteilt. Es ist das eine kleine *idas-Form,* die er von Anderegg in Anzahl aus dem Rhonetal erhielt, die übrigens bis in alle Walliser Alpen hinauf gesellig auftritt, aber genau gleich durch alle schweizerischen, piemontesischen, pyrenäischen und tiroler Gebirge, sowie als *lapponica* Gerhard in Skandinavien verbreitet ist. Ihre ♀♀ zeigen alle Abstufungen vom einfachen Braun bis zu leuchtendem Blau; die Stücke, die Frey erhielt, waren blau. Im untern Rhonetal aber treten sie besonders reichlich in jener durch einen eigentümlichen schwarzen Wisch auf dem Vorderflügel ausgezeichneten Form auf, welche Oberthür *valesiaca* genannt hat, und von welcher Wullschlegel mir mitteilte, dass ihre Raupen auf Hippophaë rhamnoides weiden. — Der Pfynwald im Wallis beherbergt eine andere Form von blauen *idas*-♀♀, die ich bisher nur dort, aber in grosser Menge gefunden und, weil Wullschlegel ihre Raupen in den Schoten von Astragalus exscapus entdeckt hat, *astragaliphaga* getauft habe: sie sind ausnahmslos gross, selten bräunlich, meist dunkler oder heller blau und bei voller Ausbildung längs aller Flügelsäume oben mit prächtigen rotgelben Girlanden geschmückt.

Eigentümlich sind die Verhältnisse bei *argus* L. (aegon Schiff.). Seine ♀♀ sind gewöhnlich braun. Esper hat aber blaue ♀♀ desselben als *leodorus* abgebildet. Ich habe früher an ihr Vorkommen nicht geglaubt; kein Autor hat sie erwähnt, Meyer-Dür sogar ihr Vorkommen geleugnet. Unerwartet stiess ich aber einst am Vierwaldstättersee auf gewisse Stellen, wo neben ganz vereinzelten braunen fast nur schön hellblaue, mit roten Randmonden gezierte ♀♀ flogen. Ich fand dann in meiner Sammlung ein ähnliches ♀ vom Simplon; und allmählich haben sich bei mir einige weitere aus verschiedenen europäischen Gegenden zusammengefunden, diese allerdings nur von der durch Ebert abgebildeten Form *coeruleo-cuneata,* mit blauen Keilen in den sonst braunen Flügeln. Umsomehr überraschte mich eine Sendung aus Norwegen, die eine grössere Zahl von *argus,* darunter aber nur blaue ♀♀ enthielt, von grosser Ähnlichkeit mit jenen schweizerischen.

Mancher würde hier von einer weiblichen „Ortsrasse" reden; nur treten diese blauen ♀♀ eben in mehreren, weit auseinander liegenden Gegenden auf.

Eine gewisse ähnliche Bewandtnis hat es mit blauen ♀♀ von *coridon* Poda. In unsern Gegenden ist es schon eine Ausnahme, wenn seine ♀♀ blaubestäubte Flügelwurzeln haben. Noch seltener sind Stücke, bei denen einzelne blaue Streifen die Flügelflächen durchziehen: *F. radiosa* Gaschet; oder die ganzen Hinterflügel, wie bei *F. semibrunnea* Mill., oder die ganzen Vorderflügel, wie bei *F. opposita* Tutt, blau sind. Immerhin habe ich eine Anzahl solcher ♀♀ selbst gefangen. Eine ganz besondere Rarität aber ist bei uns jenes durchweg männlich-blau gefärbte, meist auf den hintern, seltener auch auf den vordern Flügeln mit roten Randmonden geschmückte ♀, das von Boisduval und Keferstein die „nomina nuda" *mariscolore* und *syngrapha* erhalten hat und seither unter letzterem Namen geht, aber von Rechts wegen den ältern und durch eine unverkennbare Abbildung gestützten Namen *tithonus* Meigen tragen muss. Dieses blaue ♀ ist bei uns so selten, dass ich es trotz aller Aufmerksamkeit durch Jahrzehnte erst zweimal um Basel und noch nie anderswo erbeutet habe. Auffallenderweise soll es aber um Paris und Bordeaux geradezu die Regel bilden, jedenfalls viel häufiger sein, als das braune ♀.

Nach dem üblichen, verkehrten Sprachgebrauch wäre also das Pariser blaue ♀ „Varietät", ja beinahe „Stammform", das unsrige dagegen „Aberration"!!

Von *escheri* Hübn. hat Turati 1903 eine ♀ Form beschrieben, die er *subapennina* nennt. Typisch ist für sie eine mässige blaue Bestäubung oder Bestrahlung der vordern, dagegen eine leuchtende Blaufärbung der hintern Flügel. Nach seiner Darstellung erscheint es als vorläufig annehmbar, dass es sich dabei um eine für das apenninische Hügelland charakteristische Form handelt.

Bei *amandus* Schn. zeigen die ♀♀ gewöhnlich keine Spur von Blau; ausgedehnte Blaufärbung ist jedenfalls eine grosse Seltenheit. Das geht auch daraus hervor, dass in neuerer Zeit schon drei Namen dafür erteilt worden sind: *cyanea* Aigner 1906, *azurea* Blachier 1908, *caerulea* Rebel 1910. Jeder der drei Autoren war offenbar der Meinung, als erster einen solchen Fund gemacht zu haben. Aber auch hier kommt vielleicht eine gehäufte Blaufärbung vor. Hübner hat als Typus der Spezies ein stark blau überlaufenes ♀ abgebildet, das aus Schweden stammte. Ob es nun Zufall ist, dass die zwei einzigen blauen ♀♀ des Basler Museums und das einzige meiner Sammlung ebenfalls schwedisch sind, oder ob in ihrer Heimat die blaue Farbe vorherrscht, kann ich nicht entscheiden.

Während die bisher besprochenen Lycaenen mehr ausnahmsweise blaue ♀♀ erzeugen, sind bei *alexis* Poda (cyllarus Rott.) in unsern Gegenden ♀♀ ohne deutliches Blau selten, wenn auch solche, die fast ganz blau sind, wie bei der *F. schneideri* Strand, höchst selten sind. Südliche Gegenden aber: Riviera, Wallis, Tessin, Südtirol bis Steiermark bringen jene oben gleichmässig dunkelbraunen, auch unten sehr dunkeln, grossäugigen, an der Basis messingglänzenden ♀♀ hervor, die Poda zuerst beschrieben und eben *alexis* getauft hat. Mehr als ein Jahrhundert später hat Rühl, offenbar ohne eine Ahnung, dass Poda ihm zuvorgekommen sei, für solche ♀♀ den Namen *andereggii* erteilt, der nun aber kassiert werden muss. — Eine vollkommen schwarze, nur noch von einem leisen bläulichen Schimmer überlaufene ♀ Form, von der ich je ein Stück aus der Nähe von Basel und von Saillon im Rhonetal besitze, und die jedenfalls äusserst selten ist, habe ich *nigra* genannt.

Einen schroffen Gegensatz zu dem Dichroismus, der bei manchen blauen Lycaenen zwischen ♂ und ♀ herrscht, der sich sogar bei einzelnen bis ins ♀ Geschlecht eindrängt und bald braune, bald blaue Färbung bewirkt, bildet der Monochroismus einer Anzahl anderer, deren beide Geschlechter beharrlich braun sind. Älteren Autoren kam diese Möglichkeit so unglaublich vor, dass sie nach den blauen ♂♂ der betreffenden Arten suchten; wie denn z. B. Rottemburg annahm, der ♂ von medon Hufn. sei oben blau, wie bei den übrigen „Argusarten". Von unsern europäischen sind hier zu nennen: *chiron* Rott., *medon* Esp. (astrarche Bgstr.), *psylorita* Freyer, *admetus* Esper; dazu *felicis* Obth. aus Tibet etc.

Sehr verschieden ausgesprochen ist der geschlechtliche Dichroismus auch bei den Goldfaltern. Zwar zeigen einzelne, für welche *phlaeas* L. als typisch gelten mag, bei ♂ und ♀ fast gleiche Färbung und gewöhnlich auch ähnlichen Glanz. Bei andern dagegen, so bei *alciphron* Rott., *gordius* Sulz, *hippothoë* L. und *amphidamas* Esp. kennzeichnet der wunderbare Veilchenschimmer, bei *virgaureae* L. der strahlende Goldglanz, der über die Flügelflächen ausgegossen ist, sofort den ♂ gegenüber dem matt gefärbten und zugleich mit schwarzen Punkten versehenen ♀.

Bei einigen jedoch werden die geschlechtlichen Unterschiede in Färbung (und oft auch Flügelschnitt) so gross, dass man die Verwechslung einigermassen begreift, welche von alten Autoren begangen worden ist, indem sie die beiden Geschlechter für eigne Arten hielten. Das gilt zumal von *tityrus* Poda (false dorilis Hufn.), dessen schwarzen ♂ die sonst so guten Beobachter Schiffermüller und Denis 1776 als *circe* vollständig getrennt vom rotgelben ♀ als *xanthe* aufführten; wie denn noch *Fabricius* 1787 in den gleichen Fehler ver-

fiel und nur statt *circe* den Namen *garbus* (1793 garbas) brauchte. Immerhin findet bei dieser Spezies gelegentlich eine Annäherung der Färbung beider Geschlechter statt. Bei der Form *locarnensis* Tutt (monterfilensis Obth.) hat der ♂ die oben schwärzliche Farbe gegen eine mehr kupferige vertauscht, aus welcher die schwarzen Punkte besonders deutlich hervortreten. Diese Form ist selten, aber nicht auf die Örtlichkeiten beschränkt, auf welche die zwei Namen deuten; ich besitze sie ausser von Locarno und einigen Orten am Luganersee auch aus der Fuchs'schen Sammlung von Bornich am Rhein. Noch grösser wird die Ähnlichkeit zwischen ♂ und ♀ bei der spanischen Form *bleusei* Obth., bei der beide rotgelb sind, so, wie bei uns die meisten ♀♀ der Stammform. Umgekehrt kommt bei der Form *subalpina* Speyer (montana M. Dür) das ♀ dem ♂ entgegen, indem es dessen typisch schwärzliche, zeichnungslose Oberseite nachahmt.

Am allerdeutlichsten ist der Dichroismus bei der alpinen Form von *hippothoë* L., die irrtümlich unter dem Namen *eurybia* Ochs. geht, aber richtig den älteren Namen *euridice* Esp. (nec Rott.) tragen muss. Ein grösserer Gegensatz, als der hier zwischen dem goldglänzenden ♂ und dem einfach schwarzbraunen ♀ bestehende, ist undenkbar.

Sehr verschieden verhalten sich inbezug auf die geschlechtliche Zweifarbigkeit die palaearktischen Theclinen. Beim Genus *Thecla* kommt sie nur dadurch zur Geltung, dass das ♀ gewöhnlich ausgeprägtere rotgelbe Randmonde auf den Flügeln trägt. Eine bei verschiedenen Arten wiederkehrende Erscheinung besteht darin, dass das ♀ auf dem Vorderflügel einen bald kleineren, bald grösseren rotgelben Fleck trägt. Nun kann aber auch der ♂ diesen hellen Diskus zeigen; so bei der von Hübner abgebildeten *ilicis*-Form *cerri*, wo ♂ und ♀ die Erscheinung zeigen (so dass es eben so unrichtig ist, wenn *cerri* nur als ♀ Form angesehen wird, wie wenn man jedes *ilicis*-♀ als *cerri* bezeichnet). Auch bei *lynceus* Esper (false spini Schiff.) kommt, obschon äusserst selten, der gelbe Fleck auf dem Vorderflügel des ♂ vor. Bei der tibetanischen Spezies *v-album* Obth. aber zeigen ♂ und ♀ den gelben Diskus.

Bei den ostsibirisch-chinesisch-japanischen Vertretern des Genus *Zephyrus* mit gelber Oberseite: *jonasi* Jans., *lutea* und *saepestriata* Hew., *michaëlis* und *raphaëlis* Obth. etc. unterscheiden sich die ♀♀ nur durch breitere dunkle Flügelsäume. Dagegen haben die in den gleichen Gegenden wohnenden metallgrünen Arten: *orientalis* Murr., *smaragdina* und *taxila* Brem., *syla* Koll., *saphirina* und *brillantina* Stdgr. bläuliche oder braune ♀♀. Auch unser *Z. quercus* L. mit seinem dunkeln, violett schimmernden ♂ und dem schwarzen, durch hellblauen Diskus ausgezeichneten ♀ lässt die Verschiedenheit der

Geschlechter gut erkennen, die freilich bis weit ins letzte Jahrhundert hinein vielfach verwechselt worden sind. Bei *betulae* L. unterscheidet sich das ♀ mit dem orangefarbigen Nierenfleck auf dem Vorderflügel deutlich vom einfach braunen ♂. Ausnahmsweise begegnen sich aber beide darin, dass auch das ♀ statt des grellen Nierenflecks nur einige kleine, lehmfarbige Wische hat, wie sie bei Gerhard's ♂ Form *spinosae* sich finden; ♀♀ dieser Form besitze ich aus Bayern und England.

Bei exotischen Lycaeniden ist der Geschlechts-Dichroismus oft sehr stark entwickelt. Doch will ich darauf hier nicht näher eingehen, um nicht endlos zu werden.

Indem ich zur Besprechung derjenigen Farben- und Formen-Varietäten übergehe, die man als **Jahreszeit-** oder **Saison-** oder **Hora-Dichroismus** und **-dimorphismus** zu bezeichnen pflegt, will ich nur andeuten, was wir uns, in Ermangelung einer sichern Kenntnis von ihrer Entstehung, über diese etwa denken können.

Man stellt es sich oft sehr einfach vor, dass die meteorologischen Verhältnisse, wie sie den verschiedenen Jahreszeiten eigen sind, die Entwicklung der Nachkommenschaften in verschiedene Richtungen leiten. Wenn aber manche es als selbstverständlich betrachten, dass die Sommergeneration einer Art sich von ihrer Frühlingsgeneration durch unzweideutige Merkmale unterscheiden, jedem einzelnen Individuum also gleichsam der Stempel der betreffenden Jahreszeit aufgedrückt sein müsse, in der es entstanden ist; so vergisst man dabei, dass zunächst in unsern Breiten Frühling und Sommer häufig einander in ihrer Witterung ähnlich sind, und dass sie von Jahr zu Jahr einen ganz verschiedenen Charakter haben können. Aber auch in den Tropen, mit ihren zeitlich scharf abgesetzten und meteorologisch stark gegen einander kontrastierenden Regen- und Trockenzeiten, werden, wie wir von zuverlässigen Beobachtern (z. B. de Nicéville, Swinhoe, Bingham) lernen, keineswegs immer Saisonformen erzeugt, die sich voneinander wesentlich unterscheiden; und Übergänge zwischen den einen und den andern Formen sind ungemein häufig. Ich kann übrigens an meinem eigenen Material nachweisen, dass z. B. zwischen den Trocken- und den Regenzeitformen von *Lampides celeno* Cr., wie zwischen denjenigen von *Ticherra frigga* Fbr. allerlei Zwischenformen vorkommen. Diese Beispiele liessen sich leicht vermehren.

Wir können uns aber auch vorstellen, dass ein Wechsel der Nahrung der Raupen, wie er vermutlich oft mit dem Beginn einer neuen Jahreszeit verbunden ist, für sich allein oder kombiniert mit Witterungsänderungen, Färbungsverschiedenheiten hervorrufen mag, wie man solche bei den oben erwähnten Fütterungsversuchen beobachtet

hat. Aber auch darüber wissen wir nichts Sicheres, und mit allen noch so geistreichen Annahmen kommen wir hier nicht weiter. Die Hauptsache ist jedenfalls, dass wir nur auf Grund eines sehr grossen Materials aus verschiedenen Jahreszeiten, sowie aus verschiedenen Gegenden urteilen. Im Nachfolgenden möchte ich an einigen Beispielen zeigen, zu welchen Trugschlüssen man gelangen kann, wenn man diesen Grundsatz nicht befolgt.

Seitdem Zeller 1849 gemeldet hat, dass er aus Eiern der sogenannten Sommergeneration des *Everes argiades* Pall. im April den abweichenden *polysperchon* Bgstr. gezogen hat, gilt es bis heute als fast unbestreitbarer Glaubenssatz, dass letzterer die typische Frühlingsgeneration des ersteren darstelle. Leider sind aber die Autoren nicht einmal einig über die jeder Brut zukommenden Merkmale. Wie ich nun bereits in meinen „Entdeckungsreisen“ 1910 nachgewiesen habe, besteht in Färbung und Zeichnung beider Formen durchaus keine scharfe Grenze; sie gehen so unmerklich ineinander über, dass man bei einzelnen Exemplaren im Zweifel sein kann, zu welcher Form sie gehören. Ich kann Gillmer's Ausspruch (Soc. ent. 1908) vollständig bestätigen, dass „nicht alle Frühjahrsexemplare dem *polysperchon* genau entsprechen, sondern Übergänge zwischen beiden Zeitformen statthaben.“ Ja man kann, genau genommen, überhaupt nicht von richtigen Zeitformen reden. Alte gute Beobachter (Rottemburg, Esper, Borkhausen) kannten bereits zwei Generationen; dass aber der Frühling eine typisch andre Form liefere, als der Sommer, liest man bei ihnen nicht. Engramelle lässt seinen (mit *polysperchon* übereinstimmenden) *myrmidon* im August und September, gleichzeitig mit *argiades* fliegen; Schott letztern im Mai und im Juli. Neuerdings haben verschiedene Autoren beide, zum Teil neben einander, durch den ganzen Sommer beobachtet. Ich selbst habe um Basel *polysperchon* im August, *argiades* im Mai gefangen und besitze von beiden je ein Stück, die gleichzeitig im ersten Frühjahr neben einander gefangen worden sind. Somit fällt auch die Annahme eines regelmässig und mit den Jahreszeiten zusammenfallenden Wechsels der Generationen dahin. Die Augustbrut des *polysperchon* müsste ja gegen alle Vorschrift im Mai eine Frühjahrsbrut *argiades*, diese eine Sommerbrut *polysperchon* erzeugen etc. *Everes argiades* ist also mit seiner Nebenform ein typisches Beispiel für die falschen Schlüsse, die man aus ungenügendem Material so leicht ziehen kann.

Von *Lycaena medon* Esper (nec Hufn.; astrarche Bgstr.) hat Meyer-Dür 1853 folgendes behauptet:

1. „Die Frühlingsexemplare haben auf der Oberseite nur Spuren rotgelber Randmonde“ (gleiches sagt er von „alpinischen“ Exemplaren).

2. „Die Sommerexemplare haben deutliche rotgelbe Randmonde über alle vier Flügel.“
3. „Unsere (d. h. die Burgdorfer) beiden Generationen sind unten hellgrau; im Süden aber bekommt die Sommergeneration unten einen schönen braungelben Ton.“

Bellier hat später eine oben stark gefleckte, unten bräunliche corsikanische Form *calida*, Staudinger eine ähnliche südliche *aestiva* genannt. Frey bestätigt in seinen Lepidopteren der Schweiz 1880 Meyer-Dür's Behauptungen fast wörtlich; und in der neueren Literatur begegnet man öfters ähnlichen Äusserungen. An meinem reichen Material kann ich aber leicht nachweisen, dass jene Behauptungen höchstens insofern zutreffen, als man bei uns, wenigstens in der Ebene, während des Sommers kaum ein Exemplar finden wird, das nicht deutliche rotgelbe Randflecken, meist auf allen Flügeln, besässe. Als ganz verkehrt muss ich aber die Angabe bezeichnen, wonach im Frühling die Art stets nur Spuren von Randmonden aufweisen soll. Ich besitze sehr viele damit reichlich versehene Stücke beider Geschlechter, die im April und Mai um Basel gefangen worden sind, ja nicht wenige, die der canarischen Form *cramera* Esch. mit ihren fast bindenartig zusammenfliessenden grossen roten Monden ganz genau gleichen. Und wenn auch im allgemeinen unsre Exemplare, zumal im Frühjahr, unten grau sind, so kommen doch in beiden Generationen immer einzelne unten rötlichbraune vor. Deshalb muss ich es für unmöglich erklären, einem Exemplar von *medon* mit Sicherheit anzusehen, aus welcher Generation es stamme.

Von *icarus* Rott. habe ich durch Händler wiederholt Serien angeblich verschiedener Jahreszeitbruten erhalten. Bald sollte die Ober-, bald die Unterseite derselben in der Färbung sich unterscheiden. Ich habe aber an einem sehr bedeutenden Material der allerverschiedensten Herkunft in dieser Hinsicht nie etwas typisch Unterscheidendes herausfinden können: ♂♂ mit wechselnden Nüancen der Oberseite, braune und blaue ♀♀, Exemplare beider Geschlechter mit allen möglichen hellen oder dunkeln Färbungen der Unterseite kommen gleichzeitig in der ganzen Reihe der Generationen des *icarus* vor, die vom ersten Frühjahr bis in den späten Herbst einander ablösen. Doch will ich mich anheischig machen, recht schöne Serien von angeblichen Frühjahrs- oder Sommergenerationen aus meiner Sammlung durch entsprechende Auswahl zusammenzustellen.

Genau dasselbe kann von *bellargus* Rott. gesagt werden, der bei uns in der Ebene und im Hügelland mindestens in zwei Generationen erscheint, ohne dass ich je trennende Merkmale bei denselben hätte entdecken können.

Unter den Goldfaltern sind zwei einheimische Arten, die auch mindestens zwei Generationen liefern und über die ebenfalls gewisse unrichtige Angaben immer weiter kolportiert werden:

Phlaeas L. erscheint von Mitte April bis in den September hinein in immer wieder frischen Stücken. Nun hat Zeller 1847 eine Form *verna* und eine *aestiva* aufgestellt. Erstere soll leuchtend-rotgoldene Vorder- und ungeschwänzte Hinterflügel, letztere braun übergossene Vorder- und geschwänzte Hinterflügel haben und grösser sein als jene. Seither sind, offenbar in Unkenntnis der Zeller'schen Bezeichnungen, mehrere neue Namen sowohl für ungeschwänzte, als für geschwänzte verdunkelte Exemplare erteilt worden (*turcicus* Gerhd, *turanica* Rühl, *suffusa* und *fuscata* Tutt). Dabei will ich, wie schon in früheren Arbeiten, nochmals betonen, dass es ein Misbrauch ist, wenn verdunkelte und geschwänzte Exemplare fast in allen systematischen Werken immer wieder als *eleus* Fabr. bezeichnet werden; dieser hat nämlich eine *aschgraue* („*cinerea*") Unterseite, was der gewöhnliche *phlaeas* nicht hat; ein richtiger *eleus* ist ungeheuer selten. Andrerseits ist offenbar die von Tutt aufgestellte Form *ignita* identisch mit der Zeller'schen *verna*, sodass der neue Name überflüssig ist.

Wie steht es nun mit der Abgrenzung der Frühlings- und Sommerformen bei *phlaeas?* Schon Meyer-Dür hat eine solche für unmöglich erklärt; und in der Tat gibt es in allen Jahreszeiten leuchtende und verdunkelte, geschwänzte und ungeschwänzte Stücke, und obendrein zwischen ihnen alle erdenklichen Übergänge. Es ist also ein tadelnswert unnötiges Verfahren, wenn einzelne auch noch diese Übergänge eigens benannt haben (*transiens* Fuchs, *intermedia* und *fuscata* Tutt), zumal da von keinem eine Abbildung vorhanden ist, jeder sich also dabei etwas andres denken kann. Wie wenig übrigens von einer Einheitlichkeit des Aussehens in verschiedenen Generationen die Rede sein kann, ergibt sich z. B. auch daraus, dass Caflisch 1895 der Frühjahrsbrut des Bergells grössere Gestalt, dunkle Farbe und geschwänzte Hinterflügel zuschreibt und sie aus letzterem Grund *caudata* nennt, während diese drei Eigenschaften gewöhnlich bei der Sommerbrut erwähnt werden, und Tutt letztere als *caudata* bezeichnet.

Auch *tityrus* Poda (1761; false dorilis Hufn. 1766) hat mindestens zwei Generationen; und auch von diesen ist mehrfach behauptet worden, dass sie sich scharf unterscheiden. Meyer-Dür hat den ♂♂ der Frühlingsbrut sehr deutliche rotgelbe Randmonde, den ♀♀ helle Färbung der Vorderflügel zugesprochen, den ♂♂ der Sommerbrut dagegen verlöschende Randmonde, den ♀♀ düstere Vorderflügel. Ziemlich genau das Gegenteil liest man bei Rebel

(Schmetterlingsbuch 1910). Er hat sogar der angeblich verdunkelten Frühlingsform den eigenen Namen *vernalis* gegeben. Nimmt man nun die Aussagen beider Autoren zusammen, so entspricht das Ergebnis der Tatsache: dass jede Jahreszeit ganz verschiedene Formen hervorbringt. Das kann ich aus den hunderten von Exemplaren meiner Sammlung beweisen. Ich habe oft im Mai, wie im Hochsommer neben einander Stücke gefangen, welche in Färbung und Zeichnung Extreme darstellten. Somit bedarf es überhaupt für keine Generation eines besondern Namens, es sei denn, dass man alle Frühlingsexemplare *vernalis*, alle Sommerexemplare *aestivalis* nennen will, unbekümmert um ihre Beschaffenheit.

Diese Darlegungen dürften genügen, um zu zeigen, dass manche sogenannte Zeitformen von Lycaeniden voreilig, auf Grund viel zu spärlichen Materials und unzureichender Beobachtung aufgestellt worden sind. Weitergehende Prüfung wird vielleicht ergeben, dass das Bestehen scharf gegen einander abgegrenzter Frühjahrs- und Sommergenerationen überhaupt ein Phantasiegebilde ist.

Ganz verkehrt ist es unbedingt, von vernalen und aestivalen „Rassen" zu reden. Denn, wie ich im Eingang erörtert habe, passt dieser Ausdruck einzig auf gut abgeschlossene, durch keinerlei Übergänge mit andern verbundene Formen; von zwei Generationen aber, die sich gegenseitig abwechselnd immer wieder erzeugen, ist natürlich keine die „Rasse" der andern.

Fordern Erfahrungen, wie die soeben mitgeteilten, zu grosser Vorsicht in der Aufstellung sogenannten Jahreszeitformen auf, so lehren Beobachtungen, die man hinsichtlich des Auftretens verschiedener Artformen an verschiedenen Örtlichkeiten machen kann, dass bei der Aufstellung sogenannter **„Orts-, Lokal-, Areal-, Regional-, geographischer Rassen"** mindestens ebensoviel Zurückhaltung angezeigt ist.

Die Verteilung der Lycaeniden über die Erdoberfläche ist eine ausserordentlich ungleiche; und es sind dabei eine ganze Reihe von Möglichkeiten verwirklicht.

Nicht selten handelt es sich um eine Lokalisation, die so eng umschrieben ist, dass wir für die betreffenden Arten eigne „Schöpfungszentren" annehmen dürfen, wie sie vielfach auch in der übrigen Zoologie und in der Botanik angenommen werden. Allerdings sind die Örtlichkeiten fast ausschliesslich Inseln, und wir kennen manche Spezien und Formen, die ganz auf solche beschränkt sind. So besass einzig England vor 70 Jahren noch die seither ausgerottete Stammform des *Chrysophanus dispar* Haworth; Corsika hat in den Formen *bellieri* Obth. und *corsica* Bell. eigene Vertreter der Lycaenen *idas* L.

und *argus* L.; Kreta die überhaupt nur vom Berg Ida bekannte *psylorita* Freyer. Wir verstehen eine solche isolierte Entstehung an Stellen, die weit und breit vom Meer umgeben sind; viel weniger ein Auftauchen eigner Arten mitten im Festland. *Lycaena pyrenaica* Pierret aber, die nur in einem engen Bezirk der Pyrenäen vorkommt, und deren nächste Verwandte *dardanus* HSch. und *aegagrus* Chr. Kleinasien bewohnen, verdient als Beweis für eine solche Möglichkeit genannt zu werden. Vielleicht ist sie durch sehr hohe umgebende Gebirge, vielleicht auch durch eine bestimmte Futterpflanze an ihrer Ursprungsstätte zurückgehalten worden (ähnlich wie das vermutlich für die bis jetzt nur im Walliser Laquintal und in dessen nächster Umgebung beobachtete *Erebia christi* Rätzer zu gelten scheint).

In vielen Fällen sehen wir Lycaeniden zwar innerhalb der Kontinente weithin, aber schliesslich nicht über gewisse Bezirke hinaus verbreitet. So ist die Gruppe der *Lipteninen* ganz auf Südafrika und sind die Genera *Axiocerses* und *Phasis* Hbn. auf die ostafrikanischen Küstenländer und die Kapkolonie beschränkt.

Eigentümlicher ist das Auftreten einzelner Arten in zwei weit auseinander liegenden Gegenden eines Kontinents. So finden sich einige unsrer häufigsten alpinen Bläulinge: *cyparissus* Hbn., *nicias* Meig. (false donzelii Bsd.), *tithonus* Hbn. (false eros Ochs.), *orbitulus* de Prunn. (false pheretes Hbn.) genau gleich, *rustica* Edw. (false orbitulus) wenigstens als Nebenform im hohen Norden. Zwischen dem skandinavisch-sibirischen (sibirica Stdgr.) und dem zentralalpinen *cyparissus* vermittelt allerdings die in den Zwischenländern stellenweise häufige Stammform *optilete* Knoch., die übrigen Arten jedoch haben zwischen ihren getrennten Standorten keine solche Verbindung. Diese Erscheinung, die übrigens in mehreren andern Schmetterlingsfamilien und in manchen andern Tierordnungen ihre Analogien hat, erklärt sich daraus, dass ein ursprünglicher Zusammenhang der Wohnorte durch gewisse geologische oder klimatische Umwälzungen, vermutlich durch eine Eiszeit, unterbrochen worden ist. Die heutigen Vertreter der Arten wären deshalb als „Reliktformen" zu bezeichnen, wobei es allerdings unentschieden bleiben muss, welche der jetzt bewohnten Gegenden die erste Heimat derselben gewesen sein mag.

Manche Genera und sogar einzelne Arten teilen sich in den gleichzeitigen Besitz zweier Kontinente. Wo diese, wie es zwischen Europa und Asien der Fall ist, breit mit einander zusammenhängen, darf man sich, wenn man nicht ein gleichzeitiges Entstehen auf breiter Grundlage an vielen Stellen annehmen will, wohl vorstellen, dass die Ausdehnung der Falter von einem Land zum andern durch Wanderungen stattgefunden hat. Hier ist zu erwähnen, dass ge-

wisse Lepidopteren zeitweise ihre Heimat verlassen und weite Flugreisen unternehmen. So ist vom Oleanderschwärmer bekannt, dass er in heissen Sommern von seinen gewöhnlichen Standorten in Südeuropa bis nach Norddeutschland streicht; und von einzelnen Pieriden und Nymphaliden weiss man, dass sie gelegentlich, wie die Heuschrecken, in unglaublichen Mengen gemeinschaftliche Züge veranstalten, bei denen sie binnen weniger Tage hunderte von Kilometern durcheilen können. Bei den Lycaeniden ist ähnliches meines Wissens nicht beobachtet worden. Aber dass es in früheren Zeiten geschehen sein könnte, muss zugegeben werden. Immerhin werden solche Wanderflüge wohl immer über Land und jedenfalls nicht über breite Meere hinüber stattgefunden haben.

Wahrscheinlich erklärt sich aber das bikontinentale Vorkommen gewisser Lycaeniden durch ganz allmähliche, Schritt für Schritt vor sich gehende Ausbreitung; so z. B. bei einigen Genera, die sowohl in Afrika, wie in Asien auftreten: *Aphnaeus* und *Castalius* Hbn., *Catochrysops* Bsd., *Hypolycaena* Feld., *Lycaenesthes* und *Talicada* Mre. An die vielen afrikanischen *Aphnaeus*-Arten, zumal an die nordafrikanischen, die von einzelnen dem Subgenus *Cigaritis* Luc. zugewiesen werden, schliesst sich in Syrien und Kleinasien die Spezies *acamas* Klug an, die weit nach Zentralasien hineinreicht und dort gleichsam die Verbindung herstellt mit den himalayanischen und indischen Arten der Gattung. Die afrikanischen Arten *Catochrysops malathana* Bsd. (asopus Hopff.) und *Lycaenesthes amarah* Guér. kommen genau gleich in Arabien vor. Dort begegnen sich ferner *malathana* und die Form *Klugi* Stgr. des indischen *Catochrysops cnejus* Fbr., mit welchem die ostafrikanische *osiris* Hopff. sehr nahe verwandt, wo nicht identisch ist. — Von *Talicada nyseus* Guér. lässt sich sagen, dass sie genau gleich in Afrika und Indien, nur dort ungeschwänzt, hier geschwänzt, vorkommt, dazwischen aber nicht beobachtet ist. Die *Hypolycaenen* endlich weisen auf beiden Kontinenten sehr ähnliche Formen auf. So liegt denn der Gedanke nahe, dass diese (und noch andre) Genera und Arten einst über die Landenge von Suez und weiter über Arabien und Syrien mit ihren indischen Genossen in ununterbrochener Verbindung dürften gestanden haben.

Wir kennen aber noch auffallendere Beispiele eines bikontinentalen Auftretens: *Lycaena bellargus* in der wundervollen Form *punctifera* Obth., *Callophrys avis* Chapm., *Laeosopis roboris* Esp., *Thecla ilicis* in den Formen *esculi* Hbn. und *mauretanica* Stdgr. bewohnen das südlichste Frankreich, die iberische Halbinsel und die nordafrikanischen Küstenländer. Sie müssen also einst den Weg über die jetzige Meeresenge von Gibraltar in der einen oder andern Richtung zurückgelegt haben; aber dieser Austausch erfolgte schwerlich

über Meer, sondern wahrscheinlich über eine später durch Bodensenkung zerstörte Landbrücke.

Auf ähnliche Weise erklärt sich wohl die Tatsache, dass die palaearktische und die neoarktische Falterfauna nicht nur viele parallele, sondern sogar einige identische Lycaeniden aufweisen. Ächte *Lycaenen* kommen überhaupt nur auf diesen so weit von einander getrennten Kontinenten vor. Unsern *argus* L. und *idas* L. (argyrognomon Bgstr.) stehen die nordamerikanischen *acmon* Wwd., *anna* Reak., *scudderii* Edw., *melissa* Edw. (welche letztere Staudinger, wohl irrig, als *idas*-Form auffasste) sehr nahe. Die von Elwes im Altai entdeckte Art *argali* bezeichnet der Autor als eng verwandt mit den nordamerikanischen *lygdamus* Dbl. und *couperi* Grote; letztere, sowie *antiacis* Bsd. dürfen als kalifornische Vertreter unsres *semiargus* Rott. gelten. *Everes comyntas* God., in ganz Nordamerika verbreitet, gleicht sehr unserm *argiades* Pall., und *amyntula* Bsd. aus Kalifornien ist sicher nur eine Form des letztern. *Chrysophanus editha* Mead, ebenfalls kalifornisch, nähert sich unserm *tityrus* Poda. *Lyc. optilete* Knoch und *rustica* Edw. (false orbitulus) kommen genau gleich in beiden Erdteilen vor; und was manche unter dem Namen *hypophlaeas* Bsd. (americana d'Urb.) als eigne *Chrysophanus*-Art aufgefasst haben, ist einfach eine kleine, aber durch kein wichtiges Merkmal abweichende Form unsres *phlaeas* L. Alle diese, übrigens auch in vielen andern Falterfamilien und Tierordnungen wiederkehrenden Parallelen und Identitäten beruhen vermutlich darauf, dass zwischen Asien und Nordamerika in der Gegend der jetzigen Behringsstrasse und der Aleuteninseln einst eine alte Landverbindung bestanden hat.

Auch zwischen den Antillen und Zentralamerika müssen früher Landbrücken existiert haben, welche das auf jene Gegend beschränkte Auftreten der Genera *Eumaeus* Hbn. und *Theorema* Hew. ermöglicht haben.

Die auffallende Ausbreitung vieler Genera über die indomalayischen Gebiete wird ebenfalls nur verständlich, wenn man berücksichtigt, dass an Stelle jetziger breiter Meere in Urzeiten gewisse Landbrücken bestanden. Es steht z. B. fest, dass die Halbinsel Malakka einst ununterbrochen mit der Insel Sumatra, diese mit den sämtlichen Sunda-Inseln bis Timor verbunden war. Daraus erklärt es sich, dass die Genera *Curetis, Jamides* und *Lampides* Hbn., *Nacaduba* und *Poritia* Mrc., sowie die Gruppe der *Gerydinen,* die alle zu einem kleinen Teil palaearktisch, hauptsächlich aber indisch sind, sich über alle Sunda-Inseln haben zerstreuen können. Weitere Verbindungen aber zwischen letztern und den Philippinen, sowie zwischen diesen und den Molukken, Neu-Guinea, Australien etc. gestatteten sowohl eine Ausstrahlung einzelner der genannten Genera bis in die

entferntesten polynesischen Archipele, wie umgekehrt eine Auswanderung von Australien her bis zu den Sunda-Inseln. So konnten z. B. die Genera *Hypochrysops* Felder und *Thysonotis* Hbn., ursprünglich australischen und ozeanischen Ursprungs, je eine Art bis Celebes vorschieben. Die übrige Zoologie liefert hiezu Parallelen, wie z. B. das Vordringen gewisser Beuteltiere aus ihrer ursprünglichen australischen Heimat bis zu den Philippinen.

Es ist nun wohl erlaubt, sich vorzustellen, dass im Verlauf einer solchen, über ungeheure Zeiträume verteilten Ausbreitung nach immer weiteren Stationen, unter wechselnden örtlichen Einflüssen, innerhalb der wandernden Genera immer neue Arten, innerhalb der Arten neue Formen sich entwickelt haben. Eine solche Auffassung erhält eine gewisse Stütze durch Beobachtungen, wie die folgende, von mir schon einmal (Entomol. Mittlgn. 1912) angeführte: *Drupadia lisias* Fbr. liefert teils auf dem asiatischen Festland (Birma, Siam, Malakka), teils auf verschiedenen Sunda-Inseln (Sumatra, Nias, Java, Borneo, Jolo) 8 Formen, die zwar, als Abkömmlinge einer und derselben Art, alle gewisse gemeinsame Merkmale, namentlich des Flügelschnitts und der Zeichnung der Unterseite, aufweisen, aber jede von allen andern durch eigne Färbung des ♂ so abweicht, dass der Kenner beim Anblick eines einzigen Exemplars seine Herkunft zu erraten vermag. [Es ist das eine Parallele zu dem Polychroismus der berühmten *Ornithoptera priamus*, die auf den Molukken gelbe, auf Neu-Irland grüne, in Australien blaue Färbung zeigt, ohne ihre übrigen Merkmale zu verändern.] Hier ist auch als merkwürdiges Beispiel für die Richtung, in welcher örtliche Einflüsse sich geltend machen können, die Tatsache anzuführen, dass die Insel Formosa in auffallender Weise von Lycaeniden, die auf dem benachbarten Festland helle Farben zeigen, verdunkelte, *melanistische* Formen erzeugt. Von solchen besitze ich selbst: *Curetis saronis* Mre. F. *lucifuga* Frhst., *acuta* Mre. F. *brunnea* Wilem.; *Chliaria kina* Hew. F. *vanavasa* Frhst.; *Horaga onyx* Mre. eine tiefschwarze Form, die ich *nigra* nenne. Ob auf Formosa auch andre Falterfamilien ähnliche Beispiele aufweisen, ist mir unbekannt.

Rätselhafter nun, als alles bisher Erwähnte, ist das Auftreten gleichartiger Formen in Afrika und Südamerika. Butler hat das Genus *Cyclyrius* aufgestellt, als dessen Typus er den Canaren-Bläuling *webbianus* Brullé (fortunatus Stgr.) bezeichnet, dem er aber auch die ostafrikanischen Arten *aequatorialis* Sharpe und *juno* Butler zuteilt. Mit gleichem Recht darf man demselben aber eine Anzahl Arten zuweisen, welche die höchsten Anden von Peru, Chile und Bolivia bewohnen. Da ist zunächst *callanga* Stgr. (in lit.), die mit *webbianus,* allerdings nicht durch ihre anders gefärbte obere, wohl

aber durch ihre fast genau gleich gezeichnete untere Seite eng verwandt erscheint. Da sind die ebenfalls von Staudinger benannten: *coca, speciosa* und *vapa,* die im ganzen Habitus, in Färbung und Zeichnung beider Flächen eine so verblüffende Ähnlichkeit mit den erwähnten ostafrikanischen aufweisen, dass man kaum eine Analogie dazu finden kann. Am ehesten mag noch der Vergleich gestattet sein mit jenem eben so geheimnisvollen Auftreten von Beuteltieren und Edentaten in Australien, wie in dem südlichsten Amerika, von Straussvögeln in Neuseeland und Australien, wie in Südafrika und Südamerika, von je einem, tropische Süsswassertümpel bewohnenden Lungenfisch in Australien, Südafrika und Südamerika.

Endlich stehen wir vor der Tatsache, dass gewisse Genera in fast ununterbrochener Weise über die ganze Erde verbreitet sind. In viele Arten aufgelöst, ist z. B. das Genus *Cyaniris* Dalm. (Lycaenopsis Feld.) in ganz Nordamerika vertreten durch den formenreichen *pseudargiolus* Bsd., in Zentral- und teilweise Südamerika durch *gozora* Bsd., im ganzen palaearktischen Gebiet durch *argiolus* L. und im indomalayischen durch etwa 10 weitere Arten.

Ihm steht das Genus *Tarucus* Mre. wenig nach. [Hier lasse ich die neuerdings vorgeschlagene Spaltung in die Subgenera Leptotes Scudder, Syntarucus Butler, Syntarucoides Kaye unberücksichtigt, weil mir die Untersuchung der Androconien der betreffenden Typen eine sehr grosse Übereinstimmung ergeben hat.] Von diesem Genus haben die südlichen Vereinigten Staaten, Zentral- und Südamerika *cassius* Cr. mit der Nebenform *marina* Reak., Chile hat *trigemmatus* Butler. Die iberische Halbinsel und Nordafrika liefern *theophrastus* Fbr., der über Vorderasien in mehreren Nebenformen bis Indien geht; das ganze südliche Europa *telicanus* Lang, der in der Form *eleusis* Dem. Ägypten bewohnt und in der Form *plinius* Fbr. durch ganz Afrika, aber auch in Indien und im weiten malayischen und australischen Gebiet vorkommt. Madagaskar endlich besitzt *rabefaner* Mab.

Ausserordentlich verbreitet ist ferner die Gattung *Thecla* Fbr. Sie herrscht in Südamerika mit vielen hundert meist farbenprächtigen Arten so sehr vor, dass neben ihr die spärlichen sonstigen Lycaeniden geradezu verschwinden, und dass man versucht wird, die neotropischen Gegenden als die ursprünglichen Ausgangsgebiete des Genus zu betrachten. Einzeln dringen schöne Arten desselben durch Zentralamerika bis Kalifornien vor. Aber die übrigen Vereinigten Staaten besitzen davon nur noch wenige und zwar unscheinbare Arten. Auch Europa und das nördliche Asien, sowie Japan, liefern nur einige wenig auffallende Spezien. Ergänzend schliesst sich das nahe verwandte Genus *Zephyrus* Dalm. an, das im Amurgebiet, im japanischen

Inselreich, in der Mongolei vorherrscht und aus vielen stattlichen und schön gefärbten Arten besteht. Europa besitzt davon nur die dunkeln *betulae* und *quercus* L., während ein sonderbarer Ausläufer, *crysalus* Edw., den Vereinigten Staaten Utah und Kalifornien angehört. Im südlichen Asien und auf einigen Sunda-Inseln aber wird das Genus *Thecla* durch das gleichfalls nahestehende Genus *Heliophorus* Hbn. (Ilerda Dbl.) ersetzt.

Das Mitgeteilte genügt zur Darlegung der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Verteilung der Lycaeniden. Wir sehen Formen, die offenbar von jeher auf die umschriebene Stätte ihrer Entstehung beschränkt geblieben sind; andre, welche dieselbe verlassen, sich in engerem oder weiterem Umkreis ausgebreitet und dabei entweder, von den Verhältnissen der neu eroberten Gebiete unberührt, sich unverändert angepasst haben, oder durch dieselben gewissen Veränderungen unterworfen worden sind. Wir sehen aber andrerseits ganz nahe verwandte Formen in weit getrennten Gegenden, ja schliesslich an vielen Stellen der Erdoberfläche so unabhängig von einander auftauchen, dass wir nicht an ihre Entstehung aus einer einzigen Urform glauben können, sondern nur noch ihre selbständige, autochthone Entstehung annehmen, sie als eingeboren betrachten müssen.

Es kommen also tatsächlich „Ortsformen“, bezw. „geographische Rassen“ vor. Man kann auch, ohne den Tatsachen Zwang anzutun, besondere Ebenen-, Steppen-, Küsten-, Insel-, Hügel-, Berg-, Alpen-, nordische-, südliche-, Tropen- etc. Formen unterscheiden. Aber die Abtrennung einer solchen „Ortsform“ von einer „Stammform“ ist nur dann berechtigt, wenn zugleich bewiesen wird, dass sie einzig in der einen Gegend und ohne Anwesenheit einer andern Form der gleichen Art vorkommt. Darum erscheint die vielfach übliche Aufstellung neuer „Ortsrassen“ auf Grund einiger spärlicher Stücke, etwa gar eines einzigen Pärchens, das von der „Stammform“ etwas abweicht, bedenklich. Denn irgend ein weiteres Stück, das von den beschriebenen wieder abweicht, muss die schöne Rasse verderben. Auch hier kann nur grosses Material entscheiden, das aber leider oft nicht zur Verfügung steht. Ich werde deshalb, je länger und gründlicher ich mich mit den Lycaeniden beschäftige, um so skeptischer in der Anerkennung so vieler aus denselben ausgeschiedener Rassen. Im Nachfolgenden möchte ich diesen meinen zurückhaltenden Standpunkt an Hand einiger Beispiele näher begründen.

Von *argus* L. hat Bellier 1862 eine Varietät *corsica* benannt. Sie scheint bisher auf Corsika allein beobachtet zu sein (Sardinien?). Von andern Formen der Spezies unterscheidet sie sich scharf dadurch, dass auf der Unterseite beider Geschlechter die Ocellen nicht schwarz

gekernt, sondern von gleicher Farbe, wie die ganze Flügelfläche, beim ♂ grau, beim ♀ braun sind und sich nur deshalb von derselben abheben, weil ungewöhnlich breite weisse Ringe sie umgeben. Ein ähnliches Bild kenne ich von keinem andern Bläuling (s. die Fig. 288—9 bei Oberthür, Lépid. comp. 1910), und es erscheint mir nicht ausgeschlossen, dass es sich hier sogar um eine eigne Art handle. — Die von mir 1910 beschriebene Form *alpina* (nicht zu verwechseln mit der zu *idas* L. = argyrognomon Bgstr. gehörigen Form *alpina* Berce) hat mit ihrer kleinen Gestalt, ihrem sehr dunkeln Kolorit, den meist deutlichen Mittelmonden der Vorderflügel und den breiten, einwärts scharf begrenzten schwärzlichen Flügelsäumen etwas sehr Eigentümliches. Sie ist in den Walliser, Tessiner, Graubündner, Piemonteser, Tiroler und Kärnthner Voralpen und Alpen die herrschende Form, ohne indessen im Hügelland zu fehlen. Tirol, Kärnthen, Krain, Herzegowina beherbergen aber auch die Form, die ich 1913 *carinthiaca* genannt habe. Ihr gehören die grössten und am breitesten schwarz umsäumten Exemplare der Spezies an, die ich je gesehen habe. Zwischen *alpina* und *carinthiaca* aber gibt es allerlei Übergänge, so dass keine von beiden eine gute Regionalrasse sein kann. Ein ähnliches Verhältnis besteht zwischen der zuerst aus Andalusien bekannt gewordenen Form *hypochiona* Ramb. und der 1910 von Fruhstorfer aufgestellten sogenannten „Lokalform" *lydiades* aus den Seealpen. Erstere unterscheidet sich allerdings in ausgeprägten Stücken durch ihre hell rötlichblaue Ober- und ihre schneeweisse Unterseite deutlich von mitteleuropäischen Stücken; sie ist aber keine spanische Lokalform, da sie laut Seitz auch auf den Ionischen Inseln und in Griechenland regelmässig und als „Aberration" auch anderwärts, so bei Digne, ja „sogar in England" vorkommt. Die Form *lydiades* soll oben auch hellblau sein und eben durch diese Färbung, sowie durch ihre helle Unterseite von den Südtiroler und Walliser Exemplaren „hinüberleiten" zu *hypochiona*. Eine hinüberleitende Form kann aber keine Lokalform sein, und in der Tat besitze ich Stücke, die genau zur Fruhstorfer'schen Beschreibung von *lydiades* passen, aus Kärnthen, Krain, den Sabinerbergen, den Seealpen, den Pyrenäen. Somit stelle ich fest, dass *lydiades* nur aus Übergängen zwischen unserm gewöhnlichen *argus* und *hypochiona* besteht. — 1910 habe ich eine unten dunkel rauchgraue *argus*-Form, die ich als „anscheinend ständige Lokalform" in Anzahl im Südtirol erbeutet hatte, als *nigrescens* bezeichnet. Seither habe ich aber genau gleiche Stücke teils im Wallis gefangen, teils aus Kroatien und aus der Umgebung von Wien erhalten; demnach ist auch hier von einer Ortsrasse keine Rede.

[Es hätte nahe gelegen, nun auch einige typische Formen von *idas* L. (argyrognomon Bgstr.) zu besprechen. Wie ich aber in meiner

Androconien-Arbeit (Vhdlgn. d. naturforsch. Ges. Basel 1915) gezeigt habe, müssen schon zwei bisher zu *idas* gezählte Formen: *planorum* Alph. und *insularis* Leech als eigne Arten gelten, und weitere Untersuchungen lassen mich vermuten, dass auf Grund abweichender Androconien noch einige andre Formen als Arten von *idas* abgetrennt werden müssen. Ich verzichte daher hier auf ihre Besprechung.] [1])

Bezüglich der Spezies, die seit Esper's grundlegender Verwechslung (1800) allgemein fälschlich für *orbitulus* de Prunner gegolten hat, herrscht noch jetzt unglaubliche Verwirrung. Ich habe 1914 (Int. Ent. Ztschr. Guben) nachgewiesen, dass *orbitulus* die Art ist, die später von *Hübner pheretes* genannt wurde, und dass die als *orbitulus* eingeführte Spezies *rustica* Edw. heissen muss. Nun ist zum alten orbitulus eine ganze Anzahl andrer Arten gezählt worden, welche dessen Varietäten sein sollten; so *pyrenaica* Pierr., *dardanus* HSch., *aegagrus* Chr. Jene beiden sind aber, wie aus ihren ganz verschiedenen Androconien hervorgeht, eigne Arten; *aegagrus* Chr. jedoch ist eine Nebenform von *dardanus*. Richtige Nebenformen von *rustica*, denen zum Teil der Charakter eigentlicher Lokalrassen zugesprochen worden ist, sind in ziemlicher Anzahl aufgestellt worden, darunter europäische, zentralasiatische, ostsibirische, neoarktische. Ich kann über mehrere derselben wegen zu geringen Materials nicht urteilen. Doch will ich wiederholt feststellen, dass ich von verschiedenen schweizerischen Alpen die typische sogenannte Pyrenäenform *oberthüri* Stgr. in mehreren Exemplaren und vom Piz Languard im Engadin ein unverkennbares ♂ der lappländischen Form *aquilina* Stgr. (aquilo Auriv.) besitze, und deshalb nicht bezweifle, dass im schweizerischen Alpengebiet diese angeblichen „Ortsrassen“ auch anderswo noch aufgefunden werden dürften.

Von *medon* Esper (astrarche Bgstr.) habe ich oben schon mitgeteilt, dass die öfters behaupteten verschiedenen Färbungen der beiden Generationen in Wirklichkeit nicht durchgreifend existieren. Ergänzend füge ich hier bei, dass auch Meyer-Dür's Angabe, wonach „alpinische“ und südeuropäische Exemplare Färbungsextreme darstellen sollen, in so kategorischer Form keineswegs stimmt. Ich besitze aus verschiedenen schweizerischen Alpentälern Stücke, zumal ♀♀, die in der Entwicklung der rotgelben Randmonde der Ober- und in der rötlichbraunen Grundfarbe der Unterseite hinter manchen meiner Sommerexemplare aus südlichen Gegenden durchaus nicht zurückstehen. Hier erinnere ich an meine frühere Mitteilung, wonach ich um Basel schon im Frühjahr zahlreiche ♂ und ♀ Stücke erbeutet habe, die wegen ihrer völligen Ähnlichkeit mit canarischen von der

[1]) Seither habe ich in der Tat gefunden, dass *armoricana* Obth., *bellieri* Obth., *ligurica* m. und *nivea* m. eigene Arten sein müssen.

Form *cramera* Esch. für diese ausgegeben werden könnten. — Dagegen muss ich auch jetzt wieder zugeben, dass ich die gänzlich ungefleckte, unten graue Form *allous* Hbn. (nec Gerhard!) bisher nur in alpinen Höhen gefunden habe, wo sie ungemein verbreitet zu sein scheint. Vielleicht ist es hier wirklich gestattet, von einer Alpenrasse zu reden. — An keine Örtlichkeit gebunden, auch für keine charakteristisch, ist jedenfalls die oben und unten stark rotfleckige, unten reinweisse Form *albicans* Auriv. (sarmatis Gr. Gr., ornata Stdgr.); ich besitze sie von Basel, Frankfurt, Lugano, Rom, Tirol, Odessa und Kleinasien. — Als richtige, vermutlich durch eine besondere Futterpflanze bedingte Ortsrasse darf dagegen wohl *artaxerxes* Fbr. gelten, jene albinotische *medon*-Form, die sich oben durch weisse Mittelmonde der Vorder-, ausnahmsweise (*F. quadripunctata* Tutt) auch der Hinterflügel, und unten durch lauter weisse Ocellen ohne schwarze Kerne auszeichnet und bis jetzt nur in gewissen beschränkten Teilen Schottlands nachgewiesen ist.

Über *icarus* Rott. und einige seiner wichtigeren Rassen habe ich mich ebenfalls 1914 ausgesprochen und wüsste dem damals Gesagten wenig beizufügen. Doch will ich nicht unterlassen zu erklären, dass, so sehr ich durch Untersuchung der Androconien darin bestärkt worden bin, in *celina* Aust. nur eine icarus-Form zu sehen, ich andrerseits dadurch erkannt habe, dass *lucida* Culot eine gute Art ist.

Von *bellargus* Rott. ist zu sagen, dass die einzige Form desselben, die trotz seinem ungeheuren Verbreitungsgebiet einigermassen die Geltung einer geographischen Rasse beanspruchen darf, die bisher meines Wissens nur in Nordafrika, Spanien und Provence festgestellte *punctifera* Obth. ist. Sie besitzt die Androconien der Stammform. (Vor ihrer Verwechslung mit der überall häufigen Form, die einige schwarze Punkte auf den Hinterflügeln trägt, von *Tutt puncta* genannt und von Händlern gern für *punctifera* verkauft wird, aber mit dieser nichts zu tun hat, ist immer wieder zu warnen.) Was die Form *polona* Zeller betrifft, die im Staudinger-Rebel-Katalog 1901 wieder, wie schon früher, als teils preussische, teils orientalische Varietät aufgeführt wird, so handelt es sich dabei, wie Tutt schlagend nachgewiesen hat, um Bastarde von *bellargus* und *coridon*, die gelegentlich überall vorkommen, wo diese beiden Arten zusammen fliegen, nicht aber um Lokalformen.

Wenn je von einer Art im Voraus zu erwarten war, dass sie bei ihrer enormen Verbreitung über ganz Europa und einen guten Teil von Asien eine Anzahl Rassen erzeugt haben werde, so ist es *coridon* Poda, dessen einzelne ♂ und ♀ Individuen schon in einer und derselben umschriebenen Gegend in Färbung und Zeichnung oft so erstaunlich variieren. Hat doch Tutt in seinem Furor nomenclatorius

es dahin gebracht, hier für jedes Geschlecht einige Dutzend Aberrationen allein der Oberseiten-Färbung herauszuklügeln. Von dieser wissenschaftlich wertlosen Spielerei abgesehen, sind allerdings in älterer und neuerer Zeit zahlreiche Formen aufgestellt worden, die von den betreffenden Autoren mehr oder weniger als geographische Rassen aufgefasst worden sind. Das geht schon z. B. hervor aus den Namen: *apennina* Zeller, *arragonensis* Gerhd., *hispana* HSch., *caucasica* und *olympica* Leder., *graeca* Rühl, *meridionalis* Tutt, *florentina* Verity etc. Dazu kommen die aus ähnlicher Voraussetzung erteilten, aber nicht geographisch lautenden Namen: *albicans* und *corydonius* HSch., *rezniceki* Bartel, *constanti* Reverdin, *reverdini* Verity, sowie die von Neustetter stammende Bezeichnung *altica* für eine angeblich verbreitete alpine Rasse. Es ist nun merkwürdig, wie verschieden die Urteile der Autoren über allfällige Selbständigkeit dieser Formen oder über ihre Identität mit andern lauten. Den einen gelten *apennina* und *graeca,* oder *arragonensis* und *albicans* als synonym, während andre alle trennen. Oberthür lässt *apennina* und *rezniceki* ineinander übergehen, Tutt erklärt letztere und *constanti* für identisch mit seiner *meridionalis* und bezeichnet *altica* als unnötigen Namen. Verity ist überzeugt, dass im Gegenteil im Alpengebiet noch mehrere besondre Rassen zu entdecken wären, und unterscheidet im zentralitalienischen Hügel- und Bergland ausser *apennina* noch drei weitere gute Rassen. Ich selbst besitze kleinasiatische Exemplare, welche Übergänge zwischen *caucasica* und *corydonius* darstellen. In neuster Zeit hat nun Verity auf Grund eines gewiss unerreicht grossen Materials zwei getrennte Arten *coridon* und *arragonensis* verfochten, und zu letzterer *rezniceki, constanti* und *florentina* gezählt, während alle andern Formen zu *coridon* gehören sollten. Hier kann ich diesem Autor nicht folgen, da ich aus seiner Beschreibung die Merkmale der einzelnen Formen nicht genügend erkennen kann, Abbildungen aber von ihm nicht geliefert werden. Ich muss mich deshalb jedes Urteils in dieser Sache enthalten. Dagegen muss ich auch jetzt, wie schon früher, auf die Fähigkeit hinweisen, kraft welcher gewisse Arten, darunter gerade *coridon,* ihre da oder dort rassenartig auftretenden Formen plötzlich in einer weit entfernten Gegend, mitten unter der Stammform, gehäuft oder einzeln reproduzieren können. Oberthür hat einmal als auffallende Tatsache erwähnt, dass *coridon* im Orient ausgesprochen blaue, im mittleren und südlichen Europa mehr hellgrünblaue, in Spanien milchweisse Formen hervorbringe. Das stimmt nun wohl im allgemeinen; aber Spanien hat doch nicht nur die weisse *albicans,* sondern auch den mitteleuropäischen *coridon* und die blaue *hispana* HSch. Ferner hat Oberthür selbst 1896 einen bei Vernet in den Pyrenäen gefangenen himmelblauen *coridon* als *caucasica* Led.

abgebildet; ich besitze zwei um Basel erbeutete ♂♂, die gleichfalls mit *caucasica* vollständig gleich sind und gerade so gut aus Armenien stammen könnten. Das zeigt, dass die Abgeschlossenheit der sogenannten Ortsrassen nur eine bedingte ist.

Die Formen *admetus* Esp. und *rippertii* Bod. (nec rippartii Freyer), die sich auf den ersten Blick durch den nur bei letzterer auftretenden weissen Streifen der Hinterflügel-Unterseite unterscheiden, sind von Boisduval und noch 1871 auch von Staudinger als zwei Arten aufgefasst worden; auch Oberthür scheint, wenn ich seine Erörterung richtig verstehe, 1910 dieser Ansicht gewesen zu sein. Indessen haben beide Formen die gleichen Androconien. Es muss deshalb *rippertii* als Form des *admetus* gelten. Beide sind aber nicht etwa geographisch getrennt, kommen vielmehr in den gleichen Gegenden neben einander vor. Der Staudinger-Rebel-Katalog gibt z. B. für beide Aragonien, Osteuropa und Kleinasien als gemeinsame Heimat an; ich besitze beide, sowie Übergänge zwischen beiden mit schwach angedeuteten weissen Streifen, aus den Seealpen, Ungarn, Griechenland und Taurus.

Auch *dolus* Hbn. und seine unten weiss gestreifte Form *vittata* Obth. sind keineswegs auf bestimmte Gegenden beschränkt und scharf geschieden; ich besitze beide z. B. aus Marseille, den Seealpen, Bordighera und den zentralitalienischen Gebirgen. Gleiches gilt von *hopfferi* HSch. und seiner unten streifenlosen Form *hadjina* Rühl, die ich beide aus Kleinasien besitze.

Von *semiargus* Rott. erwähne ich zunächst die von Meyer-Dür beschriebene, angeblich alpine Form *montana*. Dass diese nicht eine richtige, selbständige Rasse sein kann, geht schon aus seiner Darstellung hervor, wonach die Art mit zunehmender Höhe kleiner, schlanker, oben und unten dunkler wird, schliesslich bei 6400 Fuss (ca. 2000 m) nur noch die Grösse von aegon erreicht. Demnach ginge also die Ebenenform Schritt für Schritt in die Hochalpenform über. Auch hier will ich ferner wiederholen, was ich schon 1914 betont habe: es ist mir noch gar nie, auch nicht im letzten Sommer, wo ich in Meyer-Dür's beliebtestem Jagdgebiet, an der Gemmi, gesammelt habe, die Erbeutung eines seiner *montana* entsprechenden Exemplars gelungen; und von Händlern habe ich stets, wenn ich diese Form verlangte, nur kleine dunkle Stücke erhalten, die nie alle Meyer-Dür'schen Merkmale zeigten. Mehr und mehr vermute ich deshalb, dass der Autor nur auf einige ungewöhnlich beschaffene Exemplare seine Bergrasse aufgebaut hat. — Was sodann die von Fruhstorfer aufgestellte Ortsrasse von Cogne, *salassorum* betrifft, so habe ich ebenfalls 1914 erklärt, dass ich seine mir zur Einsicht gesandten Originale von manchen aus verschiedenen alpinen Gegenden stammenden meiner

Sammlung nicht abweichend gefunden habe. — Von der durch Staudinger benannten *helena,* die bisher zu *semiargus* gerechnet worden ist, aber von diesen sehr abweicht, glaube ich, dass sie eine gute Art ist. Entscheidend wäre hier die von mir bisher noch nicht vorgenommene Untersuchung der Androconien.

Als letzte Lycaene will ich *arion* besprechen, mich aber auf zwei seiner Formen beschränken. 1910 habe ich eine oben an sich sehr helle, aber meist, zumal bei den ♀♀, stark rauchgrau übergossene Form, von der mir damals zahlreiche Exemplare aus Narün zur Verfügung standen, *naruena* genannt; dabei aber ausdrücklich bemerkt, es solle damit nicht gesagt sein, dass es sich um eine „Lokalform" handle. 1911 habe ich in der Iris ein besonders verdunkeltes ♀ abgebildet. Die Form hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Eversmann's *cyanecula,* die aber laut Beschreibung dieses Autors, sowie laut den Abbildungen bei Herrich-Schäffer, Gerhard und Seitz im ganzen Habitus dem europäischen *arion* nahesteht, nur oben heller blau, unten im Bereich der Hinterflügel viel breiter metallgrün ist. Meine *naruena* aber weicht von unserm *arion* so sehr ab, dass ich zuerst an eine neue Art gedacht habe, bis mir die völlige Übereinstimmung der Androconien zeigte, dass beide zusammen gehören. Immerhin wage ich nicht, *naruena* als selbständige geographische Rasse aufzufassen, weil zwischen ihr und *cyanecula* allerlei Übergänge denkbar sind. — Eine andre, immer noch nicht aufgeklärte Form ist *obscura* Christ, benannt (in den Vhdlgn. d. natforsch. Ges. Basel 1878) nach *einem* bei Liestal im Baselland gefangenen Stück. Die ganze Beschreibung dazu lautet: „Kleiner, Oberseite schwärzlich und dadurch Flecken verwischt. Liestal Juni 1876. Ident. aus Zermatt l. Jenner." Diese spärlichen Angaben sind vielfach übersehen worden. Frey brachte 1880 folgende Notiz: „In den Alpen und zwar schon bei mässiger Erhebung kleiner und mit mehr und mehr verdunkelten Flügeln. Dieses bildet die Var. *obscura,* welche von Zermatt bis zum Stelvio getroffen wurde. Schon bei Liestal erhielt Dr. Christ ausnahmsweise ein derartiges stark verdüstertes Stück." Von jetzt an hiess diese Form fälschlich *obscura Frey!* und wurde ohne weiteres als alpin bezeichnet, trotzdem das Christ'sche Original aus ca. 450 m Höhe stammte. Leider ist dieses Stück, wie meine Erkundigungen ergaben, nicht mehr vorhanden. Es steht somit jedermann frei, irgendwelche verdunkelte kleine Exemplare *obscura* zu nennen. So denke ich mir z. B. die Form wesentlich kleiner und dunkler, als sie bei Seitz abgebildet ist. Nun hat aber Rätzer (Mitt. d. schweiz. ent. Ges. 1884) aus dem Simplongebiet „jene prächtige *arion*-Form" beschrieben, „wo das Schwarz der Flecken zur Grundfarbe geworden, welche bis zur Flügelmitte bald voll, bald mehr strahlenförmig mit dem herrlichsten Blau über-

gossen erscheint." Es ist klar, dass das eine andre Form war, als Christ's *obscura.* Überdies verweist Rätzer ausdrücklich auf eine gleiche Figur bei Gerhard. Diese (Taf. 38. 1) gibt eine „Aberration" unbekannter Herkunft wieder, auffallend gross, bis auf die scharf abgegrenzten blauen Wurzelfelder aller Flügel tintenschwarz. Rätzer nennt 20 Seiten später in einer Liste seiner Simplonausbeute die Form *alpina;* und trotz dem Widerspruch zwischen beiden Beschreibungen haben seither mehrere Autoren (z. B. Vorbrodt 1911) *obscura* und *alpina* als synonym bezeichnet. Herr Dr. Steck, Custos der entomologischen Sammlung in Bern, war nun so freundlich, mir drei sichere Rätzer'sche Originalstücke vom Simplon, sowie einige von andern Gegenden stammende, als *alpina* bezeichnete, zur Einsicht zu senden. Dabei überzeugte ich mich, dass weder die ersteren, noch die letzteren Gerhard's Bild gleichen, noch mit Christ's Beschreibung stimmen, alle aber Rätzer's Schilderung entsprechen, d. h. recht gross und auf allen Flügeln mehr oder weniger verdunkelt, nur basal blau sind. Nun aber behaupte ich auf Grund langjähriger, besonders auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen, dass, wenn auch in alpinen Gegenden häufiger, als im Hügelland oder in der Ebene, kleine und verdunkelte Exemplare vorkommen, man doch auch in den höhern Alpen (wie Rätzer's Stücke beweisen) sehr grosse und teilweise blaue findet; dass aber auch in tiefen Lagen neben hellblauen stark verdunkelte vorkommen. Überhaupt gibt es auch hier wieder alle Übergänge, und von einer strengen Lokalisierung der einen oder andern Form ist wohl nirgends die Rede. — Mich auf eine Beurteilung der vielen andern, neuerdings von mehreren Autoren, besonders von Fruhstorfer aufgestellten, meist ausserschweizerischen „geographischen Rassen" einzulassen, verbietet mir mein dafür ungenügendes Material.

Übergehend zum Genus *Chrysophanus,* will ich zunächst einige *virgaureae*-Formen besprechen, in erster Linie *zermattensis* Fallou. Wie ich öfters betont habe, hat der Autor diesen Namen nicht nur einer ♀ Form, sondern auch den dazu gehörigen ♂♂ gewidmet. Die ♀♀ haben eine sepiabraune, kaum glänzende Oberseite, beide Geschlechter unten schwärzliche (besser dunkelgraue) Vorderflügelsäume und Hinterflügel. Unbekümmert um diese Originalbeschreibung, hat man sich allmählich angewöhnt, alle oben verdunkelten ♀♀ von Zermatt, gleichgültig wie sie unten beschaffen sein mochten, als *zermattensis* aufzufassen. Andrerseits hat sich vielfach der Glaube eingenistet, diese Form sei eine typische, sonst nirgends zu findende Ortsrasse. Beide Annahmen sind unhaltbar. Meine Sammlung enthält nicht nur eine ganze Anzahl von mir selbst gefangener Zermatter ♂♂ und ♀♀ mit einer Färbung, wie sie bei solchen aus den ver-

schiedensten andern Gegenden auch vorkommt, sondern manche der Fallou'schen Darstellung entsprechende *zermattensis* beider Geschlechter aus andern Wallisertälern (Saas, Evolena, Eifischtal, Lötschental, Berisal, Binn), ferner aus dem piemontesischen Cogne und aus mehreren Tiroler Gegenden. Wheeler führt auch das Maderanertal und das Engadin und von ausländischen Fundorten Courmayeur, die Basses und Hautes Alpes, das Dauphiné an. Die Form *zermattensis* darf aber auch deshalb nicht als ächte Zermatter Ortsrasse gelten, weil sie keineswegs gegen gewisse anders gefärbte Formen gut abgegrenzt ist. Das Hasletal und das Gadmental im Berner Oberland, das Meiental im Kanton Uri liefern *virgaureae,* von denen Fruhstorfer mir (in literis) eine Anzahl ♂♂ und ♀♀ als „*cissites, Rasse der Zentralschweiz*" bezeichnet hat. Sie sind aber zum Teil von meinen Walliser *zermattensis* nicht verschieden, oder stellen zwischen solchen und den Vertretern der Spezies aus andern schweizerischen Gegenden Übergänge dar; eine selbständige Form bilden sie nicht. Dazu kommt, dass *cissites*-ähnliche Stücke nach einem mächtigen Sprung aus der Zentralschweiz über die ganze Ostschweiz hinüber im Ortlergebiet auftauchen, wo wieder Übergänge zu den dortigen *zermattensis* festzustellen sind. — Die Fruhstorfer'sche Subspezies *osthelderi* sticht sicherlich in ihren ganz typischen Exemplaren sehr von allen sonstigen Varietäten der Spezies ab, herrscht auch auf der Südseite des Simplon und in den verschiedensten Tessiner Tälern vor. Aber ich besitze aus denselben Gegenden einzelne ♂ und ♀ Exemplare, welche mitten unter ausgesprochenen *osthelderi* gefangen worden sind, aber völlig mit ganz anders beschaffenen aus dem Berner Jura oder aus Deutschland übereinstimmen. Ferner aus dem Hasletal einen ♂, den Fruhstorfer selbst mir als den „ausgesprochensten „*osthelderi*" bezeichnete, den er je gesehen." Auch bilden gewisse mir von Fruhstorfer zugesandte Exemplare aus Piorra auffallende Zwischenstufen zwischen seinen *osthelderi* des untern Tessins und seinen *cissites* vom Hasletal. — Noch fraglicher ist mir das Rassenrecht der von Fruhstorfer aufgestellten Form *athanagild* des Engadins. Die von mir dort gefangenen ♂♂ und ♀♀ stimmen mit seiner Beschreibung nicht überein; keines gleicht dem andern, und ich besitze ganz ähnliche Stücke z. B. aus den verschiedensten Walliser Tälern von Finshauts bis Binn. — Was Fruhstorfer's bayerisch-ungarische Subspezies *juvara* betrifft, so enthält meine Sammlung ganz entsprechende Exemplare aus der Zentralschweiz, von der Südseite des Simplon, aus dem Berner Jura, sowie aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands; dazu allerlei Übergänge zu seiner norddeutschen Form *galsnintha.* Endlich kann ich auch zwischen letzterer und der, nicht nur in den zentralitalienischen Ge-

birgen, sondern genau gleich in den Seealpen vorkommenden Form *italica* Calb. durchaus keine tiefgreifenden und beständigen Unterschiede herausfinden.

Von *hippothoë* L. wird bekanntlich eine alpine Form *euridice* Esp. (false eurybia Ochs.) abgetrennt. Vielfach scheint nun, seitdem Meyer-Dür mit besonderer Schärfe die Merkmale jeder Form hervorgehoben hat (immerhin unter Stellungnahme gegenüber der Ansicht, als wären beide gute Arten), der Glaube zu bestehen, als ob jede eine ganz bestimmte Höhenlage bewohne, in welcher nur sie zu finden sei. Das stimmt durchaus nicht: *hippothoë* fliegt z. B. oberhalb Mürren noch in 1800 m, bei St. Antönien im Graubünden in 1500 m Höhe; *euridice* aber geht zuweilen bis tiefer als 1200 m herab; ein typisches ♀ besitze ich sogar von Martigny (500 m), und bei Gryon hat ein Freund am gleichen Tag beide Formen neben einander gefangen. Ich kann aber auch, nachdem ich jahrelang sorgfältig darauf geachtet habe, feststellen, dass zwischen beiden, sowohl im ♂ als im ♀ Geschlecht, die allerverschiedensten Mittelstufen vorkommen, welche ununterbrochen von der einen zur andern führen und jede Behauptung, dass *euridice* eine gut abgegrenzte Bergrasse bilde, widerlegen. Hier will ich auch an die Form *obscura* erinnern, die ich auf Grund zweier böhmischer aus 600 m Höhe stammender ♂♂ aufgestellt und 1911 in der Iris abgebildet habe. Beide sind mit ihrer ausserordentlich stark violett übergossenen Oberseite gleichsam der Superlativ der Ebenenform *hippothoë*, zugleich aber mit ihrer durchweg tief rauchgrauen Unterseite der Superlativ der Bergform *euridice*. Ein diesen gleichendes Stück habe ich nun auch 1913 oberhalb Mürren erbeutet.

Von *tityrus* Poda (false dorilis Hufn.) hat zuerst Speyer die Bergform *subalpina* (montana M. Dür) unterschieden. Von den beiden Formen könnte ich wiederholen, was ich von *hippothoë* mitgeteilt habe: zunächst, dass sie in sehr verschiedenen Höhenlagen getroffen werden. So hat Caflisch die Talform am Stilfser Joch (2600 m), die alpine Form bei Chur (600 m), Wullschlegel letztere bei Martigny (500 m) gefangen. Sodann habe ich selbst bei Mürren grosse Reihen von allen erdenklichen Übergängen zwischen beiden gesammelt. Dadurch wird die einmal von einem erfahrenen Entomologen mir gegenüber geäusserte Ansicht, als ob es sich hier um zwei Arten handle, gründlich vernichtet. — Mehrere Autoren haben sich verpflichtet gefühlt, von *tityrus* ♀ je nach der Färbung der Oberseite besondre Varietäten oder Aberrationen zu unterscheiden. Angesichts der bei diesem Geschlecht an den gleichen Orten und zur gleichen Jahreszeit oft von Stück zu Stück wechselnden Färbungen und der zahllosen Übergänge verstehe ich die Bemühungen nicht, aus denen

die Namen: *obscurior* de Selys, *fulvior* Stef., *fulvomarginalis* Schultz, *fusca* Gillmer hervorgegangen sind. Damit ist doch meines Erachtens nur eine neue nomenklatorische Verwirrung geschaffen, der Wissenschaft aber nicht gedient worden.

Am Schluss dieser Arbeit angelangt, bin ich auf den Vorwurf gefasst, dass ich an der modernen Neigung zur Aufstellung immer neuer Subspezien, Rassen und dergl. doch eine gar zu strenge Kritik übe. Mir aber lag daran, stets wieder darauf hinzuweisen, dass auch auf diesem Gebiet das Heraklit'sche Wort gilt: „πavτᾶ ῥεῖ" — Alles fliesst — Alles geht ineinander über!

Manuskript eingegangen den 31. Januar 1917.

Die zwei neuen Umformergruppen in der physikalischen Anstalt der Universität Basel.

Von

Aug. Hagenbach.

Die physikalischen Institute der Universitäten und der technischen Hochschulen haben in den letzten Jahrzehnten grosse Umgestaltungen erlebt, wofür vor allem die grosse Entwicklung der Elektrizitätslehre verantwortlich zu machen ist. Zu einer Zeit, in der die Elektrostatik im Vordergrund stand, stellte man zum Experimentieren Elektrisiermaschine und Apparate neben einander auf, bald im Hörsaal, bald im Laboratorium, wo man sie gerade benötigte; als dann aber mit der Entwicklung des Galvanismus und des Elektromagnetismus das Bedürfnis nach grossen Stromintensitäten wuchs, brauchte man umfangreiche galvanische Batterien, die man in besonderen Räumen unterbringen musste, und die elektrische Energie wurde mittels Leitungen zu den Apparaten hingeleitet. Mit der Entdeckung der dynamoelektrischen Maschinen verschwanden die Batterien von galvanischen Elementen, und Generatoren von immer grösseren Leistungen traten an deren Stelle. Neben den Gleichstromdynamos, die für viele Zwecke keine genügende Konstanz aufwiesen, kamen die Akkumulatorenbatterien in Verwendung, die wegen der Schwefelsäuredämpfe immer in besonderen Räumen untergebracht werden. In der Technik vor allem gewann der mittels Generatoren erzeugte Wechselstrom an Boden, und die wissenschaftlichen physikalischen Institute mussten sich die Hilfsmittel für diese Stromart, die in mancher Beziehung vom Gleichstrom ganz abweichende Eigenschaften besitzt, verschaffen.

Die Variation beim *Gleichstrom* liegt in der Spannung. Wünschenswert ist für die experimentellen Untersuchungen und Demonstrationen, alle möglichen Spannungen jederzeit zur Verfügung zu haben. Aus praktischen Gründen muss man hier unterscheiden sowohl für Akkumulatoren wie für Maschinen die Erzeugung von mittleren (niederen) und von hohen Spannungen. Da

jeder Akkumulator 2 Volt gibt, so muss man für mässige Spannungen, sagen wir 200 Volt, schon eine respektable Batterie von Akkumulatoren zusammenstellen. Für grosse Stromintensitäten, wie man sie Akkumulatoren zumuten darf, kann man also schon aus finanziellen Gründen keine hohen Spannungen fordern, denn grosse Stromstärken verlangen eben grosse Elektroden respektive grosse Zellen. Wünscht man etwa tausend oder mehrere tausend Volt Spannung, so müssen eigentliche Hochspannungsbatterien zusammengestellt werden, bestehend aus vielen kleinen Zellen, die aber eine ganz andere Konstruktion haben wie die gewöhnlichen Akkumulatoren.

Auch Hochspannungsgeneratoren sind gebaut worden, aber auch diese können nur für kleine Stromstärken konstruiert werden. Die Stromabnahme an einem lamellierten Kollektor ist bei den Hochspannungsgeneratoren immer eine delikate Sache. In der Technik haben deshalb diese Maschinen kaum Verwendung gefunden. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen sind sie aber in vielen Laboratorien beliebt.

Die Variation beim *Wechselstrom* ist eine doppelte, einmal die Spannung und dann die Frequenz. Die Spannung einer Wechselstrommaschine von mittlerer Spannung kann leicht mit einem Transformator auf höhere Spannung, aber auch auf tiefere gesetzt werden. Die Änderung der Frequenz ist aber wesentlich schwieriger, wenn nicht gleichzeitig auch die Spannung verändert werden darf.

Wir sehen aus dem Gesagten, dass ein modernes physikalisches Institut an Stromquellen folgendes gebraucht: Akkumulatorenbatterien für mittlere Spannungen und grosse Energieabgabe, daneben eine Hochspannungsbatterie, Gleichstromgeneratoren für mittlere, am besten variable Spannung, daneben einen Generator für hohe Spannung, Wechselstromgeneratoren für mittlere Spannungen, für verschiedene Frequenzen und Transformatoren zur Änderung der Spannung. Alle diese Stromarten sollten jederzeit in jedem Hörsaal oder Laboratorium gebraucht werden können.

Dementsprechend entstand überall, je nach verfügbaren finanziellen Hilfsmitteln, ein mehr oder weniger umfangreicher Maschinenraum, von dem dann über ein zentrales Schaltbrett die elektrische Energie in der gewünschten Form nach den Arbeitsräumen geleitet werden konnte.

In der physikalischen Anstalt der Basler Universität bestehen Einrichtungen für einige dieser Stromarten, aber für keine war eine grössere Energiemenge zur Verfügung. Der Mangel, mit grösseren Strommengen arbeiten zu können, machte sich so unangenehm fühlbar, dass von den Behörden ein Kredit verlangt wurde, um neue Ein-

richtungen zu schaffen. Der Grosse Rat hat eine namhafte Summe bewilligt, über deren Verwendung ich hier kurz berichten möchte.

Wenn es sich einfach um den Ankauf gangbarer Maschinen handeln würde, so würde es kaum Interesse bieten, hier darüber zu berichten, aber da ein Aggregat von Maschinen nach unsern Angaben gebaut und aufgestellt wurden, wie es, so viel ich weiss, in keinem physikalischen Institut geschehen ist, so darf ich wohl eine kurze Beschreibung der Anlage folgen lassen.

Die bis dahin allein zur Verfügung stehende Maschine ist ein Aggregat eines Gleichstrommotors, der mit 440 Volt Stadtstrom läuft, und als Einankerumformer mit drei Schleifringen versehen, Drehstrom oder einphasigen Wechselstrom von sechs verschiedenen Spannungen und 50 Perioden gibt. Mechanisch gekuppelt damit ist ein Gleichstrommotor, der bis etwa 100 Volt Spannung liefert. Der Strom diente zum Laden einer 64-voltigen Akkumulatorenbatterie oder zum Experimentieren. Die Wechselstromenergie betrug maximal 2, die des Gleichstrom 3,5 Kilowatt. Der Motor diente daneben noch als mechanischer Motor für eine Vakumpumpe, Luftverflüssigungsmaschine etc. Die vielfache Verwendung und die kleine Leistung dieser Maschine veranlasste uns, eine leistungsfähigere, aber auch für mehr Zwecke dienende Maschinengruppe bauen zu lassen.

Die Aufgabe, die wir uns stellten, war folgende. Als Gleichstrom sollte bei Dauerbetrieb mindestens bis 150 Ampères bei allen Spannungen bis etwa 150 Volt, an Wechselstrom und zwar sowohl Drehstrom wie gewöhnlichen Wechselstrom mit allen Frequenzen zwischen 15 und 80 Perioden und allen Spannungen von 50 bis 500 Volt zur Verfügung stehen. Spannung und Frequenz sollte unabhängig von einander eingestellt werden können, so dass man z. B. ebensogut Wechselstrom von 73 Perioden und 256 Volt wie etwa Drehstrom von 17 Perioden und 500 Volt herzustellen vermöge. Die Forderung ist bei Wechselstromgeneratoren, wie sie in der Praxis vorkommen, niemals erfüllt. Obschon diese Ansprüche ungewöhnliche waren, in der technischen Ausführung einige Schwierigkeiten boten, sind wir auf der Forderung bestanden, weil sie uns durch unsere Arbeiten im Laboratorium aufgezwungen wurde.

Als motorische Kraft stand uns der städtische Drehstrom von 500 Volt Spannung zur Verfügung. Aus dem Lichtstromnetz von 220 oder 440 Volt ist nicht erlaubt, grössere Energiemengen herauszunehmen, da die dadurch verursachten Spannungsschwankungen unangenehme Schwankungen in der Lichtintensität der Glühlampen der ganzen Umgegend verursachen. Das Elektrizitätswerk hat schon in Betreff unserer kleinen Umformergruppe den Wunsch geäussert, dass derselbe besonders in der Beleuchtungszeit weniger benützt werde.

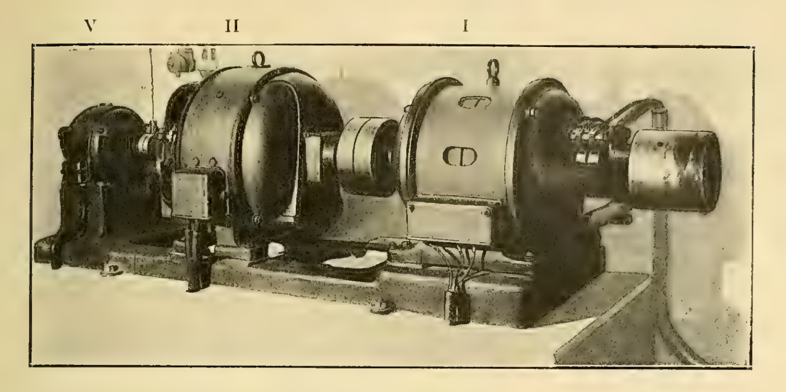


Fig. 1.

Man hätte nun daran denken können, auf eine Axe einen Wechselstrommotor und zwei Generatoren, einen für Gleichstrom und einen für Wechselstrom zu setzen, dann aber hätte man unmöglich die Frequenz in weiten Grenzen variieren können, denn Drehstrommotoren lassen leider keine grosse Veränderlichkeit der Umdrehungsgeschwindigkeit zu. Auch an die Kombination eines Drehstrom-Gleichstromumformers mit einem Einankerumformer hat man gedacht, aber unsere Forderungen wurden nicht in vollem Umfange erfüllt. Man entschloss sich deshalb, statt drei Maschinen vier zu nehmen, wodurch dann folgende Einrichtung zur Ausführung kam.

Mit dem 500-voltigen, 50-periodigen Drehstrom des Stadtstromes wird ein Motor I (vergl. Fig. 1) betrieben, der mit einem Gleichstromgenerator II mit variablem Feld auf gleicher Axe sitzt. Mit dem hier erzeugten Gleichstrom betreibt man den Gleichstrommotor III (vergl. Fig. 2) mit beliebiger Geschwindigkeit entsprechend

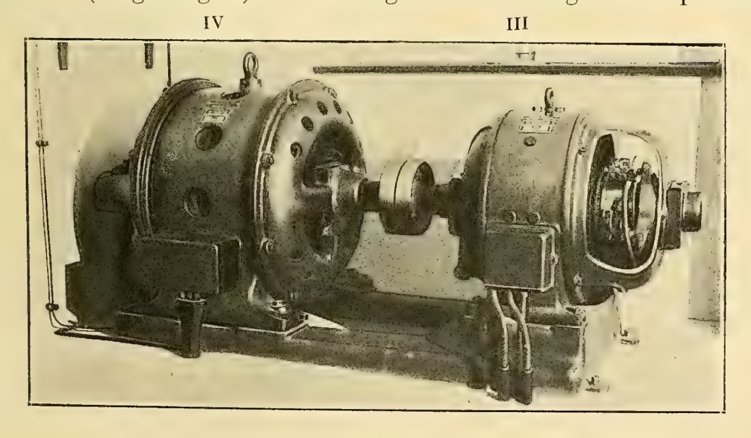


Fig. 2.

der verwendeten Stromstärke. Letzterer ist wiederum mit einem Wechselstromgenerator IV auf gleicher Grundplatte gekoppelt montiert und bildet so eine zweite Umformergruppe. Die Felder der Maschinen II, III und IV werden durch eine auf der Axe des ersten Aggregates aufgesetzte Erregergleichstromdynamo V, die maximal 65 Volt und 25 Ampère, also 1,63 Kilowatt entwickeln kann, gespeist. Zur Vereinfachung der Erklärung verweisen wir auf das Schaltungsschema Fig. 3.

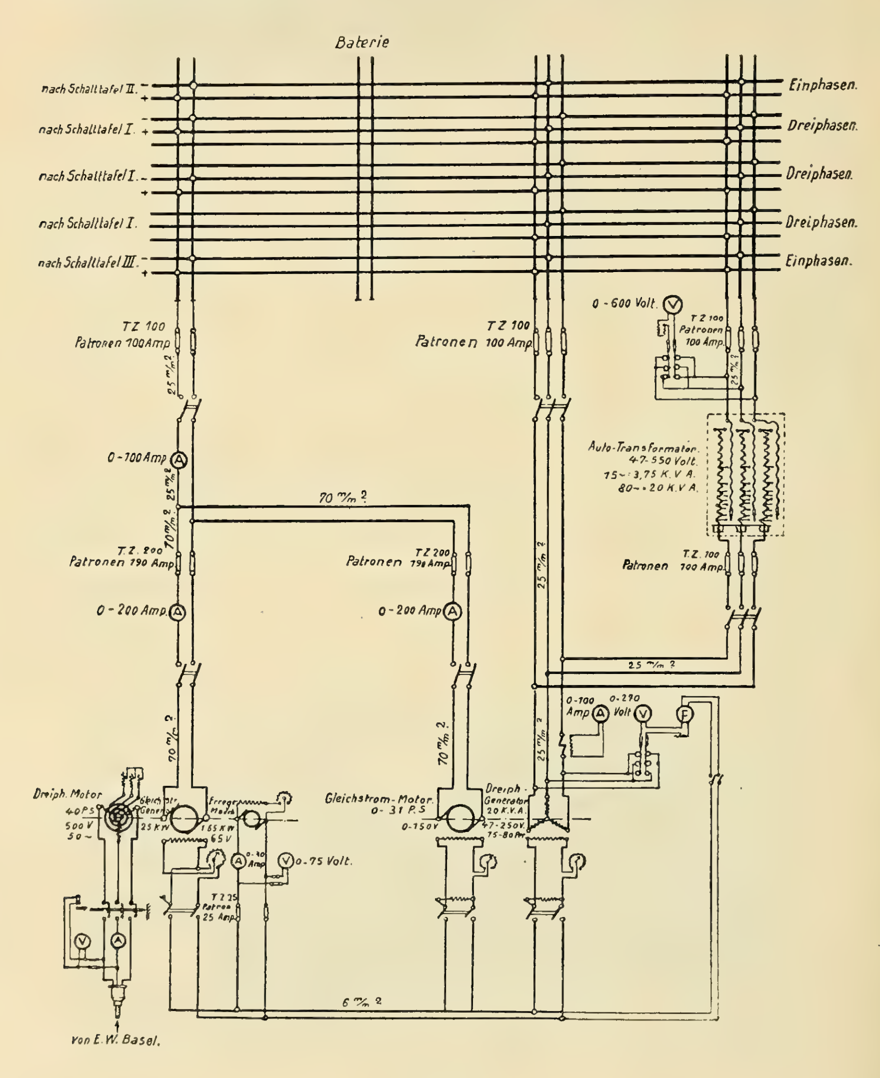


Fig. 3.

Der *Motor I* ist ein Asynchron-Dreiphasen-Wechselstrommotor von 40 P. S. Dauerleistung bei 500 Volt Betriebsspannung und 50 Perioden, mit 1500 Touren im Leerlauf und 1450 bei voller Belastung. Rotor sowie Stator besitzen eine Drehstromwickelung. Die Wickelung des Rotors führt nach drei Schleifringen, von denen mittels feststehenden Bürsten mehr oder weniger Widerstand eingeschaltet werden kann. Dieser Anlasserwiderstand ist so stark bemessen, dass er auf jeder Stufe dauernd belassen werden kann, wodurch man die Tourenzahl des Motors in gewissen Grenzen, bei voller Belastung um 50 $^0/_0$, bei kleiner Belastung allerdings viel weniger regulieren kann. Es sind sechs Stufen, die durch ein Handrad nach Wunsch gestellt werden. Diese Regulierung war vor allem deshalb notwendig anzubringen, weil der Motor nebenbei zum Antrieb von andern Maschinen dient, wobei eine bestimmte Tourenzahl vorgeschrieben ist. Aus diesem Grund ist auch die Leistung dieses Motors reichlich bemessen, damit er neben der zu treibenden Dynamo noch etwas anders leisten kann.

Die Leistung des *Gleichstromgenerators* beträgt 25 Kilowatt, also 34 P. S. Sie ist eine Gleichstrom-Nebenschlussdynamo mit Hilfspolen und liefert je nach dem Feld, das durch den Feldregler gestellt wird, null bis 160 Volt und kann eine Stromstärke von 156 Ampères dauernd hergeben.

Die *Erregermaschine* hat in ihrem Feldstromkreis einen regulierbaren Widerstand eingeschaltet, sodass auch ihre Spannung verändert werden kann. Ferner um die Spannung des Gleichstromgenerators auf null herunter bringen zu können, hat man deren Feld an einen regulierbaren Nebenschluss gelegt, wie es in Fig. 3 zu ersehen ist. Der Generator arbeitet auf diese Weise ausserordentlich rationell. Man stellt auf die Spannung ein, die gerade verlangt wird. So wird die im Jahre 1914 aufgestellte *Akkumulatorenbatterie* von 60 Elementen resp. 120 Volt ohne Vorschaltwiderstand geladen und zwar ebensogut mit allen Elementen hinter einander wie mit zwei parallelgelegten Hälften, was durch einen Umschalter geschehen kann. Die Kapazität dieser Batterie beträgt beiläufig gesagt 216 Ampèrestunden. Sie ist von der Akkumulatorenfabrik Örlikon bezogen.

Soll nun Wechselstrom erzeugt werden, so leitet man den Gleichstrom nach dem Gleichstrommotor des zweiten Aggregates. Beide Maschinen desselben besitzen regulierbare Felder, die von der Erregermaschine aus über je einen Widerstand gespeist werden. Je nach der Spannung des Gleichstromgenerators wird die Geschwindigkeit des Motors III ausfallen. Dies bedeutet aber für den im Wechselstrommotor erzeugten Wechselstrom die Frequenz, welche eben der Tourenzahl proportional ist.

Nun ist aber auch die Spannung der Umdrehungszahl proportional und die Spannung sinkt deshalb mit der Frequenz. Eine gewisse Regulierung besteht nun zwar in der Verstärkung des Feldes doch nur in mässigen Grenzen. Wir griffen deshalb zur Transformation des Wechselstromes.

Der *Gleichstrommotor* ist ein Nebenschlussmotor mit einer Dauerleistung von 3,5 bis 31 PS je nach der Betriebsspannung von 28 bis 150 Volt. Die Tourenzahl nimmt dabei von 300 bis 1600 pro Minute zu. Nebenbei bemerkt kann der Motor noch wesentlich langsamer rotieren, bis zu 50 pro Minute, wobei dann natürlich die Wechselstromspannung entsprechend niedrig ist, aber gerade für oszillographische Untersuchungen bequem.

Der *Wechselstromgenerator* ist ein Dreiphasen-Synchron-Generator, bestimmt für eine Dauerleistung von 20 Kilovoltampère bei einer Frequenz von 80 Perioden pro Sekunde. Bei niedriger Periodenzahl nimmt die Leistung proportional ab, aber selbst bei 15 Perioden beträgt sie noch 3,75 Kilovoltampère, eine für die meisten Zwecke genügende Leistung. Der Frequenzbereich 15 bis 80 ist so gewählt worden, weil man damit die am meisten in der Grosstechnik gebrauchten Frequenzen herstellen kann. Als untere Grenze wurde ein geringes Unterschreiten der bei elektrischen Bahnen bis jetzt allgemein üblichen $16^1/_2$ vorgeschrieben. Nach oben musste man beträchtlich über die gewöhnlichen 50 Perioden hinauskommen. Durch die Zentrifugalkraft ist natürlich eine Grenze gesetzt. Für sehr hohe Frequenzen sind so wie so wieder anders gebaute Generatoren erforderlich. Die Spannung steigt mit der Tourenzahl von 47 bis 250 Volt entsprechend den Frequenzen 15 und 80.

Ist nun bei einer gewünschten und eingestellten Periodenzahl die Spannung des Wechsel- oder Dreiphasenstromes zu niedrig, so schaltet man den Strom auf den *Transformator*, wie im Schaltungsschema Abb. 3 ersichtlich ist. In der Abbildung 4 sieht man ihn; er ist ein Autotransformator in Sparschaltung, also mit nur einer Wickelung für jede der drei Phasen. An jeder Säule sind 11 Anzapfungen vorhanden, die man auf der Abbildung erkennt. Drückt man dem Autotransformator die bei voller Tourenzahl entwickelten 250 Volt auf, so liegen an den 11 Anzapfungen die Spannungen 250, 300, 350, 450, 550, 700, 880, 1050, 1350, 1800 und 2930 Volt. Durch Riegel können an jeder Säule eine oder zwei nach den hohen Volt liegenden Spulen abgetrennt werden. Dies hat einmal den Vorteil, dass keine wesentlich höheren Spannungen erzeugt werden als notwendig, und dann kann man den Transformator als gewöhnlichen Transformator gebrauchen, indem die abgeschalteten Spulen als sekundäre Spulen benützt werden. Die Übersetzungsverhältnisse sind so gewählt, dass

auch bei einer Primärspannung von 47 Volt noch 550 Volt erzielbar sind. Der Autotransformator gibt natürlich nur sprungweise Änderung, indem man von einer Anzapfstelle zur nächsten übergeht, aber da man auch noch das Feld regulieren kann und zudem die Tourenzahl des Wechselstrommotors des ersten Aggregates wie früher mitgeteilt wurde, werden die Stufen kontinuierlich durchschreitbar.

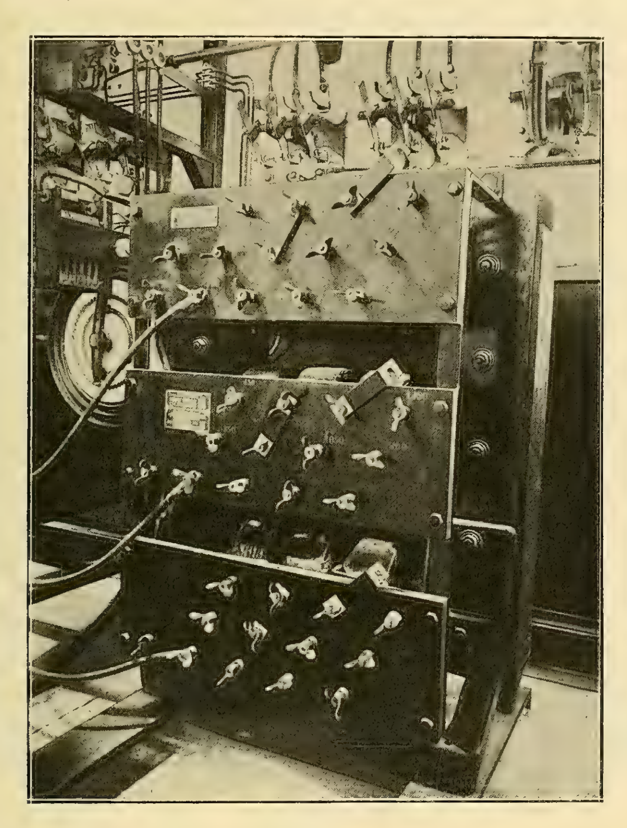


Fig. 4.

Die Konstruktion ist so gewählt, dass auch bei niederen Frequenzen noch ein guter Nutzeffekt zu verzeichnen ist. Dazu war notwendig, den lamellierten Eisenkern sehr stark zu nehmen. Der Verkettungspunkt bei der Sternschaltung ist mit dem Gehäuse und der Erde verbunden. Es ist ohne Gefahr zulässig, auch bei voller Belastung eine, zwei oder drei Phasen zu verwenden.

Bei Maschinen von den genannten Leistungen und Spannungen ist eine zentralisierte *Schalteinrichtung* im Interesse der Sicherheit

und der raschen Manövrierfähigkeit unerlässlich. Wir sind zu folgender übersichtlicher Schalteinrichtung geführt worden.

Der Motor I, der mit 500 Volt Drehstrom betrieben wird, ist von der übrigen Schaltanlage ganz getrennt. Der Anlasser steht abseits, sodass diese Spannung mit den übrigen elektrischen Teilen in gar keiner Verbindung steht. Vor dem Anlasser ist ein Hebeleinschalter und ein einstellbarer automatischer Maximalausschalter in einem eisernen Kasten vereinigt. Bei Überlastung des Motors wird er ausgeschaltet, bevor Sicherungen durchbrennen. Derartige Schutzeinrichtungen sind bei Maschinen, mit denen experimentiert wird, unumgänglich.

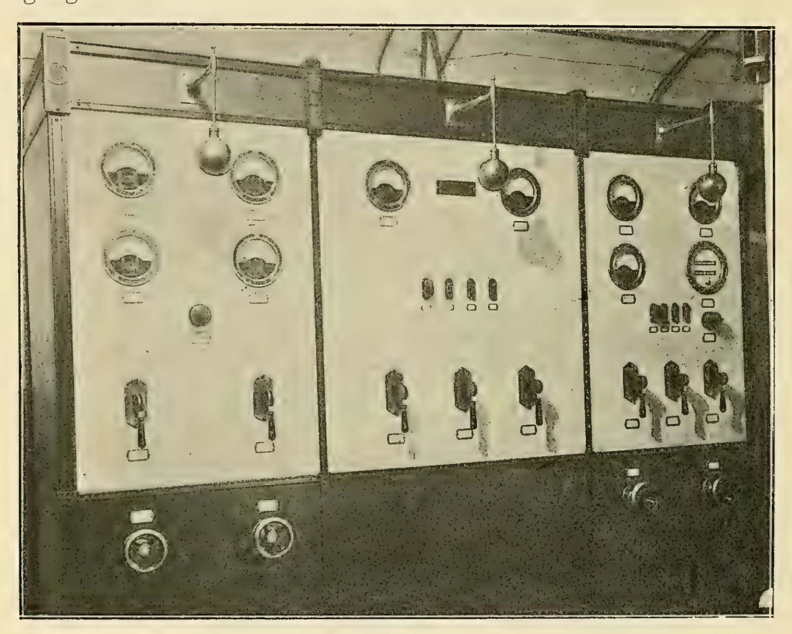


Fig. 5.

Die übrigen Schalt- und Reguliereinrichtungen sind auf einem dreiteiligen Schaltapparat vereinigt, den die Abbildung 5 zeigt. Der linke Teil enthält den Gleichstromgenerator und die Erregermaschine samt den beiden dazu gehörenden Regulierwiderständen, die mittels den unten sichtbaren Handrädern eingestellt werden. Volt und Ampèremeter der beiden Dynamos befinden sich über den Schaltern. Widerstände und Schalter liegen hinter dem Schaltbrett, nur die Griffe resp. Handräder sind vorn. Dadurch, dass alle stromführenden Teile auf der Rückseite liegen, ist jedes Manipulieren auf der Vorderseite gefahrlos.

Nach dem rechten Teil der Schalttafel ist die zweite Umformergruppe geführt. Demnach findet man dort die Schalter, mit dem man den Gleichstrommotor in Betrieb setzt, nebst den beiden Schaltern für die Felderregung und den Handrädern der Feldregler. An Ampère- und Voltmeter ist die Stromstärke und Spannung des Motorstromes ablesbar. Die Spannung und die Frequenz des Drehstromes kann nach Wunsch (Stöpselschaltung) in jeder Phase abgelesen werden. Der Frequenzmesser hat zwei Messbereiche, 15—45 und 30 bis 90 Volt, durch einen Umschalter einschaltbar.

Das mittlere Feld der Schalttafel dient dann zur Abnahme der Ströme. Mit den dort liegenden Schaltern kann man den Gleich- oder den Wechselstrom direkt oder über den Autotransformator, der hinter dem mittleren Teil der Tafel aufgestellt ist, nach dem Stromverteiler schalten. Dieser Verteiler besteht darin, dass die Stromquellen mit vertikal isolierten Kupferschienen in Verbindung gebracht werden und dass horizontal dahinter liegende Schienen an die Leitungen nach dem Hörsal, Laboratorien etc. angeschlossen sind. Durch besondere stark gebaute Kontaktbügel (Stecker) kann an jeder Kreuzungsstelle Horizontalschiene mit Vertikalschiene verbunden werden, d. h. es kann jede Leitung auf jede Stromquelle geschaltet werden. Man sieht die Einrichtung schematisch in Fig. 3 und in einer Photographie in Abbildung 6. Unter dem Verteiler sieht man noch drei Spulen des Autotransformators. Sämtliche Maschinen sowie die Instrumente sind durch Sicherungen geschützt, die auf besonderen Marmortafeln auf der Rückseite der Schalttafel übersichtlich und mit Aufschriften versehen aufmontiert sind. Ebenso sind auf der Vorderseite der Schalttafel alle Schalter und Widerstände bezeichnet. Die Schalttafelinstrumente sind nicht von hoher Präzision, aber doch von guter Qualität, sodass Messungen damit durchgeführt werden können.

Wir haben viel Gewicht auf Übersichtlichkeit der ganzen Anlage gelegt, denn man darf nicht vergessen, dass die Einrichtung auch zu Unterrichtszwecken dient, und da liegt es auch im Interesse der Erhaltung der Maschinen, dass durch klare Dispositionen unrichtige Schaltungen vermieden werden.

Die interessanteste Maschine ist der *Wechselstromgenerator* in Verbindung mit dem Autotransformator. Sie ist in bezug auf *Leistung* und *Verluste* schon vor der Abnahme untersucht worden. Der Eisenverlust ist als Funktion der Erregung bei allen möglichen Tourenzahlen festgestellt worden. Reibung, Ventilation, Wirbelstrom und Hysteresisverlust bei verschiedenem Strom als Funktion der Tourenzahl ist ermittelt, so dass auch die Kupferverluste bekannt sind. Der Wirkungsgrad, als Quotient der abgegebenen zu den aufgenommenen Watt beträgt bei Dauerbetrieb und 300 Touren 71,5 %,

bei 1600 Touren 89,0 $^0/_0$. Der Verlust verteilt sich auf Kupferverlust, Erregung, Eisenverlust, Reibung, Ventilation und Bürstenverlust. Auch die Spannungskurve, Spannung als Funktion der Erregung, bei 1000 und 1600 Touren ist bekannt. Natürlich sind noch lange nicht alle Variationen durchprobiert und gemessen. Bei uns ist die Maschine hauptsächlich ein Hilfsmittel, indem sie uns in Stand

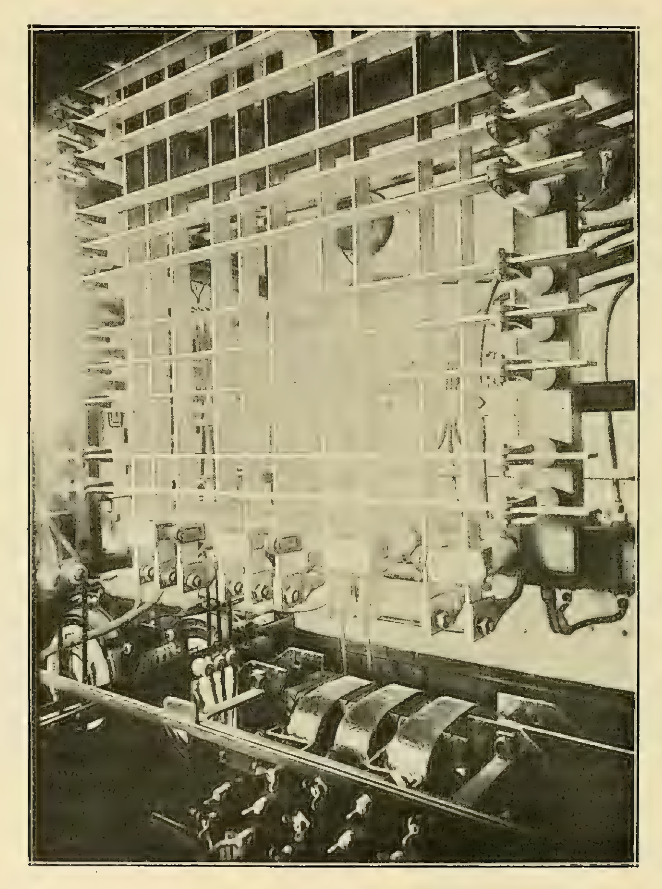


Fig. 6.

setzt, Untersuchungen z. B. mit dem elektrischen Lichtbogen anzustellen, die wir bis jetzt nicht durchführen konnten.

Die Einzelheiten des Baus der Maschinen zu veröffentlichen hätte wenig Zweck; übrigens ist es uns von der Firma Brown, Boveri & Co. in Baden, die die beiden Aggregate gebaut hat und dabei allen unsern Wünschen in verdankenswerter Weise entgegen-

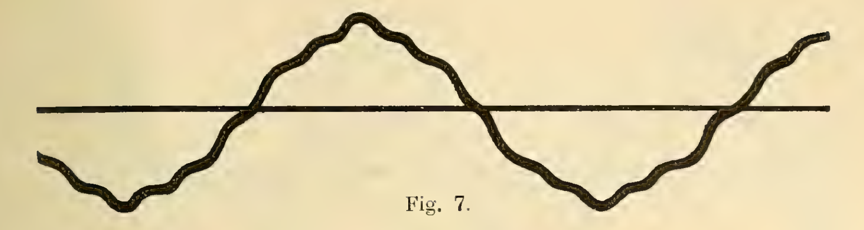


Fig. 7.

gekommen ist, aus begreiflichen Gründen nicht erlaubt, uns sind sie aber bekannt.

Ich lasse nun noch ein Resultat folgen, welches sich ebenfalls auf den Wechselstromgenerator bezieht. Mit dem von Herrn *Zickendraht* konstruierten und in diesem Band beschriebenen Oszillographen sind die Kurvenformen aufgenommen worden. In Fig. 7 sieht man den zeitlichen Verlauf der Spannung des Wechselstromgenerators bei $16^1/_2$ Perioden und einer effektiven Spannung von 70 Volt. Der Schleifenstrom betrug wie auch bei den folgenden Oszillogrammen 0,5 Ampère, der Magnet des Oszillographen wurde mit 1,13 Ampère erregt. Die Eigenschwingungsdauer der Schleife betrug zirka $^1/_{900}$ Sekunden. Die Schwingungen wurden durch Watte gedämpft. Der untersuchte Wechselstrom ist von zwei der drei Phasen abgenommen. Die Kurve zeigt Oberschwingungen, die wohl mit der Polzahl zusammenhängen, aber noch nicht genauer studiert sind.

Fig. 8 ist bei 83 Perioden und 100 Volt erhalten. Der drehbare Spiegel des Oszillographen wurde ungefähr mit derselben Geschwindigkeit wie bei der vorherigen Aufnahme bewegt. Die kleinen Zacken (Oberschwingungen) sind hier durch die Eigenschwingung der Schleife vergrössert. Die Zacken sind beim Auf- und Abstieg der Kurve versetzt.

Fig. 9 gibt Strom und Spannung mit beiden Oszillographenschleifen zugleich aufgenommen. Die Spannung (höhere Kurve) ist in diesem Fall an den Enden eines fast induktionsfreien Widerstandes aus Glühlampen abgenommen. Die Spannung betrug 65 Volt, die Frequenz 50.

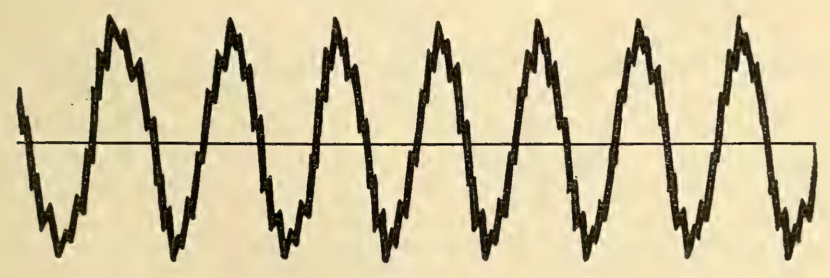


Fig. 8.

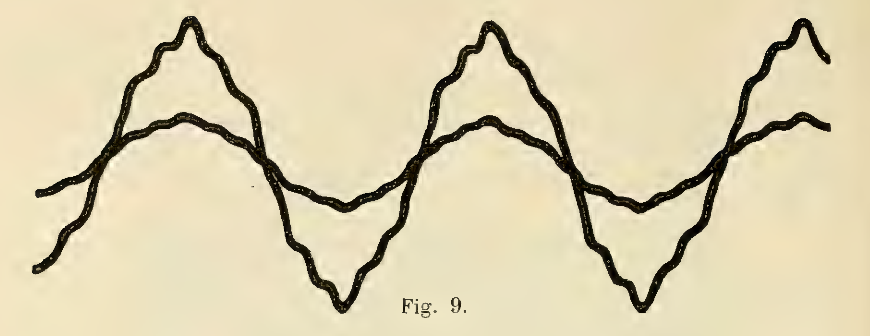


Fig. 9.

Die Strom- und Spannungskurven sind in diesem Fall ohne Phasenverschiebung und ohne merkliche Deformation.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in Fig. 10. Der induktionsfreie Widerstand ist ersetzt durch eine Spule, die um einen Eisenring gewickelt ist. Beide Kurven zeigen starke Deformation und zugleich ist zwischen der Spannungskurve (höhere Amplitude) und der Stromkurve eine Phasenverschiebung eingetreten. Die Frequenz betrug 16,5 Perioden, die Spannung 100 Volt.

Wir haben auch die Spannungskurve des Autotransformators aufgenommen. Der Spannungsverlauf bei einem Übersetzungsverhältnis von 250/300 Volt und einer effektiven Spannung am Transformator gemessen von 100 Volt ist ein für uns erfreuliches Resultat, indem die Deformation gegenüber der Maschinenspannung nur ganz unbedeutend ist.

Hiemit sollen nur einige Beispiele der zahlreichen und lehrreichen Variationen angedeutet sein.

Ich hoffe durch diese kurze Darstellung das Wesentliche der beiden Maschinenaggregate auseinandergesetzt zu haben und möchte es zugleich als Dank aufgefasst wissen gegenüber den Behörden, die uns die Anschaffung dieses wertvollen Hilfsmittels ermöglicht haben.

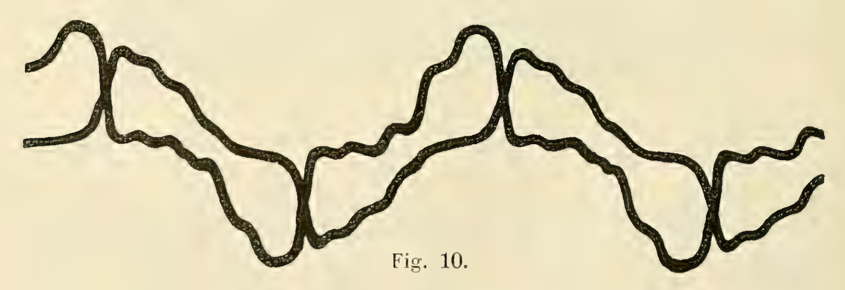


Fig. 10.

Physikalische Anstalt in Basel, den 17. Februar 1917.

Das Rheintal zwischen Waldshut und Basel.

Mit zwei Tafeln (III und IV).

Von

G. Braun.

Im ersten Teil dieser Studien über die Morphologie der Umgebung von Basel, der 1914 in eben dieser Zeitschrift erschien,[1]) wurde versucht, die neueren geologischen Ergebnisse über den Bau der südlichen mittelrheinischen Senke morphologisch auszuwerten und die in der Umgebung des Rheinknies zu beobachtenden Oberflächenformen mit den Ablagerungen in der Senke zu verknüpfen, um Anhaltspunkte für die Datierung derselben zu gewinnen. Es ergab sich aus diesen Studien naturgemäss die Frage nach der weiteren Ausdehnung dieser Flächen, in Sonderheit ihr Verhältnis zum Rhein, das damals ebenso wie die Existenz älterer Landoberflächen im Jura nur gestreift wurde.

Im Laufe der verflossenen drei Jahre konnte ich diesen Problemen auf zahlreichen Exkursionen, meist in Begleitung meiner Schüler, nachgehen. Ein Abschluss ist noch nicht erreicht; immerhin drängte die Gelegenheit der Herausgabe des Festbandes zu einer vorläufigen Zusammenfassung der Resultate in einer Publikation, die im Folgenden versucht wird, nachdem schon mehrfach im Kreise meiner Hörer und Exkursionsteilnehmer öffentlich davon die Rede gewesen ist.

Überblick.[2])

Das Rheinknie bei Basel wird von beiläufig 500 m hohen Hochflächen umgeben, denen ein präglaziales bis pliocänes Alter zugeschrieben werden muss. Die heutigen Täler sind steil und scharf um

---

[1]) Verh. Naturforsch. Ges. Basel 25. 1914. 128 — auch in Verh. 19. D. Geogr.-Tag in Strassburg 1914. Berlin 1915. 125.

[2]) Blatt 26 Mülhausen der Vogel'schen und der Lepsius'schen Karte 1:500 000. — Blatt Basel der Übersichtskarte 1:300 000. — Blatt 185 Freiburg, 192 Oltingen der Topographischen Übersichtskarte d. D. R. 1:200 000.

200 bis 250 m in die Hochflächen eingeschnitten. Diese setzen sich, linksrheinisch ohne weiteres erkennbar, rechtsrheinisch zunächst nur im Dinkelberg wohl entwickelt, bis in den Aaredurchbruch hinein fort. Wer sie ersteigt, sieht sich aber noch keineswegs dem Nordrand des Kettenjura gegenüber; er steht vielmehr vor einer neuen, meist etwa 200 m hohen Stufe, nach deren Erklimmen erst in nun müheloser Wanderung auf weiten Hochflächen die Überschiebungsstirn der Ketten erreicht wird. Diese mit tertiären Ablagerungen bedeckten, 650 bis 750 m hoch gelegenen Ebenheiten sind von *Ed. Brückner, A. Buxtorf, F. Nussbaum* und mir als Reste einer jungtertiären Landoberfläche gedeutet worden; zugleich wurde ihr ziemlich allgemein der Charakter als Rumpffläche zuerkannt, sie für recht eben erklärt und ihr Alter zu Mittelmiocän (Ed. Brückner: Pliocän) bestimmt.

Eine solche regionale Einebnungsfläche muss eine weite Ausdehnung haben. Es galt für den Morphologen, der sich mit dem Rheintal beschäftigt, also sie in anderen Teilen der vorliegenden Landschaft zu suchen und die heutigen Oberflächenformen aus ihr heraus zu erklären.

Die Laufstrecke Waldshut-Säckingen.

Übersicht.

Zwischen Waldshut und der Albmündung durchbricht der Rhein in obsequenter Laufrichtung die triadischen Glieder der Sedimentdecke des Schwarzwaldes; von Albbruck bis Säckingen ist er Schwarzwaldrandfluss und fliesst im Schichtstreichen; bei Säckingen tritt er in die mittelrheinische Senke ein (vgl. Bl. 657 Waldshut der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000; die Namen auch auf Abb. 1, S. 312).

Das Landschaftsbild dieser Laufstrecke ist reizvoll; in Stromschnellen und Wirbeln überwindet der wasserreiche Fluss die sich ihm entgegenstellenden Hindernisse harter Schichten und eng nur windet sich die Niederterrasse zwischen den steilen Hängen anstehenden Gesteines hindurch. Auf die Weitung von Waldshut und Leibstadt folgt die Enge von Schwaderloch, wo Buntsandstein und Muschelkalk sich auf das nördliche Ufer hinüberziehen, die Durchbruchstelle. Unterhalb folgen wieder Weitungen, indem der Rhein augenscheinlich wiederholt gegen das südliche Ufer gedrückt und dort die Muschelkalkhänge zurückgeschoben hat. Hinter Laufenburg wird das Niederterrassenfeld dann 1 und 2 km breit und es bereitet sich der Charakter der nächst tiefer gelegenen Laufstrecke darin vor.

Unterhalb Schwaderloch ist der Bau beider Gehänge ganz verschieden. Im Norden senkt sich der kristalline Schwarzwald in

mässiger, aber im Grossen und Ganzen gleichförmiger Böschung gegen den Fluss. Im Süden begrenzen steile Hänge die Niederterrasse, oberhalb deren in 500 m Höhe weit gedehnte Hochflächen folgen, auf denen man in welligem Auf und Ab an den steilen Fuss einer Reihe über 700 m hoher Berge gelangt. Das Gebiet südlich des Rhein besteht aus einem System wechselnd harter und weicher Schichten, die — mit einigen Komplikationen — im Ganzen einfach nach Süden ein wenig geneigt sind. Der Rhein fliesst also an der Grenze zweier ganz verschiedener Landschaften und ist daher für einfache Erklärung als ein subsequenter Fluss anzusehen, der dem Streichen einer weichen Schicht folgt.

Versuchen wir, ob und wie sich die hier eben aufgezählten Tatsachen unter Zuhilfenahme einer jungtertiären Einebnungsfläche erklären lassen. Wir treten dazu vor allem an die Untersuchung dieser selbst heran, wobei gute geologische Vorarbeiten zur Verfügung stehen.

A. Buxtorf. (Nicht gedruckte) Habilitationsvorlesung (in welche mir vor längerer Zeit freundlichst Einsicht gewährt wurde). 1908. — Oberflächengestaltung und geol. Geschichte d. nordschweiz. Tafeljura. Verh. Schweiz. Naturforsch. Ges. 93. Vers. zu Basel 1910. I (auch Ecl. geol. helv. XI 284). — Über Prognosen und Befund beim Hauensteinbasistunnel und die geol. Geschichte und Oberflächengestaltung des Tunnelgebietes und seiner Umgebung. I. Tätigkeitsber. d. Naturforsch. Ges. Baselland 1911—16. Liestal 1917.[3])

E. Schaad. Die Juranagelfluh. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. N. F. 22. 1908.

F. Nussbaum. Über die Fortschritte d. morph. Erforschung der Schweiz in neuer Zeit. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1914. 747.

Weitere Literatur s. *G. Braun* im 1. Teil dieser Studien 1914 l. c.

Die geologische Forschung hat uns belehrt, dass die im südlichen Tafeljura lagernden Tertiärmassen der sog. Juranagelfluh angehören, einer Fazies der oberen Süsswassermolasse. Ihre Mächtigkeit wird auf 80 bis 100 m angegeben; sie überlagert Meeresbildungen der helvetischen Stufe und ist jedenfalls als Schuttkegelbildung von Norden kommender Flüsse aufzufassen, die an einer Flachlandsküste akkumulierten und ihre Aufschüttungen weiter und weiter nach Süden gegen das weichende Meer verschoben. *Über* der Juranagelfluh folgen

---

[3]) Herr Koll. *Buxtorf* machte mir diese noch nicht erschienene Arbeit in Korrekturfahnen zu einer Zeit zugängig, als die vorliegende Studie schon abgeschlossen war. Er bleibt im wesentlichen auf dem Standpunkt, den er bereits 1908 vertreten und seither mehrfach ausgesprochen hat, dem sich bisher die übrigen Autoren, die sich über die Morphologie des Tafeljura äusserten, angeschlossen haben, dass nämlich dessen Uroberfläche mittelmiozän (vindobon) sei. Ich glaube nunmehr zeigen zu können, dass vielmehr eine obermiozäne (tortonisch-sarmatische) Fläche die Ausgangsfläche sei, die noch im Tafeljura und im Schwarzwald erhalten ist vgl. im Text die folgenden Abschnitte.

wenig mächtige Süsswasserkalke mit Helix-Steinkernen u. a., die dem Öninger Kalk parallelisiert werden, der sarmatischen Stufe (nach *E. Haug*), also dem Obermiocän angehören.

Die morphologischen Folgerungen aus diesen geologischen Tatsachen sind die folgenden: zur Zeit des mittleren Miocän (des Vindobon nach *E. Haug*) transgredierte von Süden her das helvetische Meer über das flache Land der Jurakalke und vollendete dessen Einebnung. Darauf erfolgte im Norden eine kräftige Heraushebung des noch mit seinem Sedimentärmantel bedeckten Schwarzwaldes. Es entwickeln sich konsequente Flüsse, die stark abtragen und den groben Schutt nach Süden in das weichende Meer vorschieben. Die Abtragung und Aufschüttung hören im Obermiocän (Tortonien) auf — jedenfalls weil das Gleichgewicht der Erosion erreicht war; die Süsswasserkalke beweisen uns geologisch das Vorhandensein einer Ebene oder Fastebene in beiläufig 600 m Höhe. Von einem Rhein kann damals noch nicht die Rede sein, denn noch bestand jedenfalls das mittelmiocäne Gewässernetz, das vom Schwarzwald nach Süden ins Mittelland führte, wenn es auch wohl stark gealtert und inkonsequent geworden war; es bestand, wie Funde im Delsberger Becken zeigen, auch noch zur pontischen Zeit.

Diese Ebene ist *nicht* identisch mit der Auflagerungsfläche der Juranagelfluh, ist vielmehr durch Abtragung im Hinterland und Aufschüttung im Süden aus dieser hervorgegangen; sie schneidet sie unter spitzem Winkel. Es genügt daher wohl für erste Orientierung, sie „mittelmiocän“ oder „vindobon“ (*Buxtorf*) zu nennen, dagegen nicht für feinere Untersuchungen. Sie ist „obermiocän“ nach älterer Nomenklatur, ober„vindobon“ oder „tortonisch“ nach *E. Haugs* Gliederung — vielleicht noch etwas jünger, da die Öninger Kalke von Haug in das Sarmatien gestellt werden.

Diese obermiocäne Rumpfebene ist die Uroberfläche der Landschaftsformen dieser Gegend. Wir dürfen sie erst auf dem Schwarzwald in ziemlicher Höhe wiederzufinden hoffen; hatte sie doch als Ganzes ein Gefäll nach Süden und dürfte sie in der Zone des Rheintales und seiner nächsten Zuflüsse völlig zerstört sein. Eine Analyse des Schwarzwaldsüdabhanges ergibt, dass in der Tat um beiläufig 700 m ein Wechsel der Formen in der Weise eintritt, dass oberhalb weite wellige Fastebenen liegen, während unterhalb dieser Höhen eine gleichförmigere Böschung zum Rheintal hin folgt, freilich auch noch mit Verebnungen, deren Charakter weiterhin zu erörtern sein wird. Wir verfolgen unsere Hypothese in den einzelnen Landschaften.

Der Schwarzwaldabhang.

Karten:

Badische Messtischblätter 154 Wehr. 155 Görwihl. 156 Waldshut. 166 Säckingen. 167 Klein Laufenburg.

Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000 Bl. 657 Waldshut.

Literatur:

Beitr. z. Statistik der inneren Verwaltung d. Grossherzogtums Baden. 23. Geol. Beschr. d. Umgebungen von Waldshut (von *Jul. Schill*); m. Karte 1 : 50 000. Carlsruhe 1866.

L. du Pasquier. Die fluvioglazialen Ablagerungen d. Nordschweiz. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. N. F. 1. 1891.

R. Frei. Monographie d. schweizerischen Deckenschotters. Beitr. N. F. 37. 1912.

Wer den Schwarzwaldabhang von den Aussichtspunkten der schweizerischen Seite, wie z. B. Heuberg bei Laufenburg, die allein genügenden Überblick bieten, überschaut, dem fallen drei grössere Züge vor allem auf: die langgestreckte Stufe des Hohenegg von Oberwihl in Richtung Gebisbach-Atdorf, die Waldkircher Muschelkalkplateaus nordwestlich Waldshut und ein weit offenes, zwischen diese beiden Höhen eingesenktes Albtal. Alles was unter diesen Formengruppen liegt, ist schon Rheintal mit seinen Absätzen, von denen der oberste in beiläufig 550 bis 600 m Höhe zu liegen scheint.

Die *Stufe des Hohenegg* scheint eine Bruchstufe zu sein. Der Höhenunterschied gegenüber ihrem Vorland beträgt 150 bis 200 m; sie streicht etwa NW und lässt sich auf 10 km Länge verfolgen, bei auffällig geradlinigem Verlauf. Der geologische Bau ist nur auf Übersichtskarten dargestellt; danach liegt auf der Höhe der Stufe bei Oberwihl,[4]) 700 m, Buntsandstein dem kristallinen Untergrund auf, derselbe dann wieder am Fuss derselben zwischen Hänner und Hottingen, 650 bis 700 m, dazwischen eben die scharfe Stufe. Von Flüssen quert die Murg die Stufe in einem engen Talstück, während zahlreiche andere Bäche an ihr entspringen. Auf ihrer Höhe finden wir um Herrischried ein weites, 1000 m hohes, muldenartig weich um 150 m zerschnittenes Plateau, im Osten dagegen sanfte Lehnen zur Alb hin, die in gleicher Richtung von zahlreichen Bächen durchschnitten werden.

Es ist nach dem Gesagten wohl mindestens eine grosse Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, dass diese auffällige Stufe auf einen Bruch zurückgeht. Es erhebt sich die Frage, ob eine Bruchstufe oder eine Bruch*linien*stufe vorliegt. Der südwestliche Sporn des Schwarz-

---

[4]) Einige Angaben über denselben s. bei *C. Moesch:* Aarg. Jura. Beitr. IV. 1867. S. 10. Anm.

waldes ist hier abgesunken. Der Bruch ist die Verlängerung des Bruches, der den Schwarzwald zwischen Kandern und Hasel begrenzt. Von Hasel springt dann die Wehratal-Linie in südlicher Richtung ab. Alle diese Verwerfungen gehören augenscheinlich zusammen und sind daher wohl gleich alt d. h. etwa Unter-Miocän. Es ist damals das Dreieck Atdorf-Albmündung-Säckingen gegenüber dem Ganzen des Schwarzwaldes ein wenig nur abgeknickt. Die mittelmiocäne Abtragungsphase hat auf diesem Dreieck den Buntsandstein in weiterem Umfang erhalten gelassen als auf den nicht eingesunkenen Teilen des Schwarzwaldes, wo er im Murggebiet völlig fehlt. Ich glaube daher, dass man die Oberfläche dieser Buntsandsteinfetzen ungefähr in die Gleichgewichtsfläche der obermiocänen Rumpfebene einordnen darf, da seither kaum irgend bedeutende Abtragung ausserhalb der Tälchen

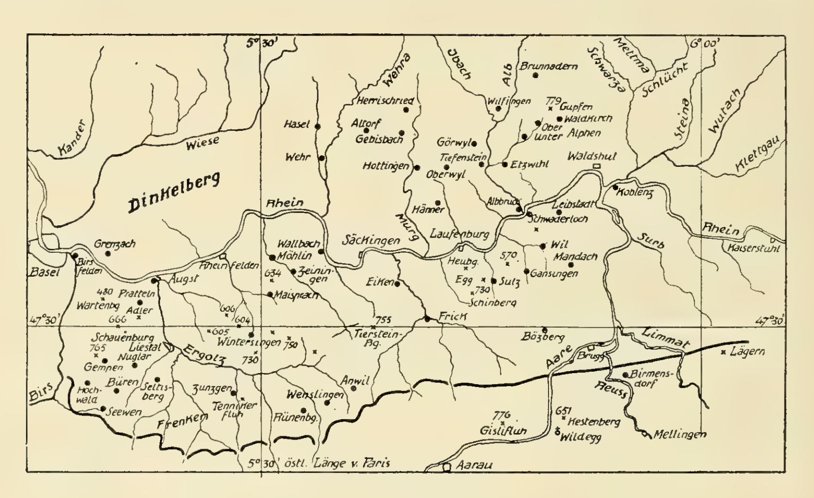


Abb. 1. Namen und Gewässerskizze. 1 : 600 000.

stattgefunden hat. Die Höhenlage der Rumpffläche ergäbe sich dann für den Schwarzwaldrand an dieser Stelle zu (650 bis) 700 m. Die Stufe wäre eine Bruchlinienstufe.

In den *Waldkircher Muschelkalkplateaus* steigt der Sedimentärmantel des Schwarzwaldes bereits hoch hinauf, von 500 auf über 700 m. In dieser Höhe findet sich nördlich Waldkirch ein ganz allmählicher Übergang von den in Muschelkalk liegenden Plateauflächen zu denen im kristallinen Gestein des Schwarzwaldes. Der „Bühl" ob Waldkirch ist mit 747 m Hauptmuschelkalk, ebenso der „Samlisbuck" 779,9 m des Messtischplattes, der „Gupfen" 779 m der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000; dann folgt an Bannholz vorbei bis zum Waldhaus 788 m die Anhydritformation und der

Wellenkalk, bis „Kalkofen", an der Stelle wo der Weg nach Brunnadern links abzweigt, 810 m, Buntsandstein, worauf man auf kristallinem Grund bis zur „Kapelle", 880 m, ansteigt, dann auf der Höhe fortwandern kann.

Hier schneidet also eine vom Gupfen bis zur Kapelle auf 3300 m Abstand um 100 m (d. h. mit 3 $^0/_{00}$) ansteigende Fläche alle Schichten vom Hauptmuschelkalk bis zur kristallinen Grundlage ab. Es liegt also eine wohl erhaltene Rumpfebene vor, die auch noch die höheren Teile des Waldkircher Plateaus und seiner Verzweigungen überzieht, die sich mit gleichem oder nur unbedeutend stärkerem Gefäll nach Süden senken. Beweismaterial zur Datierung fehlt, doch ist der Analogieschluss wohl zwingend, dass es sich auch hier um ein Stück der obermiocänen Fläche handle, nicht der vindobonischen, die nach *Buxtorf's* neuem Profil (a. a. O.) am südlichen Schwarzwaldrand in über 1000 m Höhe zu liegen kommt.

Wir wenden uns dem *Flussgebiet der Alb* zu. Hier ist die Fläche weithin erkennbar entwickelt; bei Görwihl (700 bis 750 m), bei Wilfingen 800 m, nordwestlich Unteralpfen (700 bis 725 m) tritt Buntsandstein in grösseren oder geringeren Resten auf. Gegen den Austrittspunkt der Alb bei Tiefenstein führen zahlreiche Bäche zusammen, oberhalb deren sanft gewellte Hänge gleichmässig geböscht zur Alb hinunterleiten. Oberhalb 800 bis 900 m stellen sich dann erst die von diesem Gewässernetz unabhängigen welligen Buckel und Hochflächen des eigentlichen „hohen" Schwarzwaldes ein, die einer anderen Generation von Oberflächenformen angehören.

Der Aargauer Tafeljura.

Karten:

Blatt 20 Laufenburg; 21 Koblenz; 22 Klingnau; 32 Frick; 33 Bözen; 35 Veltheim; 36 Stilli des Siegfriedatlas 1 : 25 000.

Literatur:

C. Moesch. Geologische Beschreibung des Aargauer Jura. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. 4. 1867.

C. Schmidt. Geologische Beschreibung d. östl. Aargauer Jura in Livret-Guide u. s. w. 6. internat. geol. Kongr. 1894. 41.

E. Brändlin. Z. Geologie d. nördl. Aargauer Tafeljura zwischen Aare- und Fricktal. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 22. 1911. Karte 1 : 100 000; wichtige Profilserie (Herr Prof. *Schmidt* gestattete mir gütigst die Benützung der Originalkarte 1 : 25 000).

Ich möchte hier unter Aargauer Tafeljura das Gebiet zwischen dem Fricktal und dem Aaredurchbruchstal verstehen, im Norden begrenzt vom Rhein, im Süden vom Faltenjura. Über diesen Raum

kann ich mich hier sehr kurz fassen, da demnächst aus der Feder von cand phil. P. Vosseler eine ausführliche Monographie und Diskussion seiner Oberflächenformen erscheinen wird, auf die hier verwiesen sei. Ich bin in der Lage, in den folgenden Sätzen schon einige seiner Ergebnisse mitteilen zu können und danke ihm für die Genehmigung dazu.

Danach ist die obermiocäne Landoberfläche auf den südlichen, noch mit Juranagelfluh bedeckten Plateaus des Bözberges, Brenngarten u. s. w. in 550 bis 650 m Höhe erhalten. Die an der Mandacher Linie aufgeschobenen Hauptrogensteinberge vom Typus des Schinberges überragten das durchschnittliche Niveau der Fastebene um etwa 100 m. Nordwärts der Linie lag die Rumpffläche in weichen Schichten oberhalb des Muschelkalk, in Keuper, Lias und Opalinustonen, die bei der Tiefenerosion alsbald abgeräumt wurden. So kamen die Muschelkalkplateaus mit einzelnen Tafelbergen des Keuper (Heuberg bei Laufenburg) heraus, die heute den Rhein begleiten. Die Aufbiegung des Muschelkalk längs der Leibstadter Linie erscheint als ein Härtlingszug mit Höhen von 570 m (Egghalde, Schlatt, Stutz u. s. w.), hinter dem subsequente Ausräumung einsetzt (Becken von Sulz, Gansingen, Wil). Die Hochflächen sind Landterrassen, ihre Anlage war zur Risseiszeit beendet, denn es kommen Rissmoränen in dünner Decke auf ihnen vor.

Das Rheintal zwischen Waldshut und Säckingen.

Karten:

Blatt III der Dufourkarte 1 : 100 000. — Die oben S. 307 Anm. 2 genannten Übersichtskarten. — Blatt 19 Sisseln, 20 Laufenburg, 21 Koblenz, 22 Klingnau, 23 Zurzach, 32 Frick, 33 Bözen, 36 Stilli des Siegfriedatlas 1 : 25 000.

Literatur:

Jul. Schill. Geol. Beschreibung der Umgebungen von Waldshut. Beitr. z. Stat. d. inn. Verw. d. Grossherzogt. Baden. 23. 1866 m. K. u. Prof.

C. Moesch. Geol. Beschreibung des Aargauer-Jura u. s. w. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. 4. Bern 1867 m. Bl. III der geol. Karte (Ausgabe mit Grenzgebieten) und Profilen.

E. Brändlin. Z. Geologie d. nördl. Aargauer Tafeljura zw. Aare- und Fricktal. Verh. Naturforsch. Ges. Basel. 22. 1911.

H. Walter. Über die Stromschnelle von Laufenburg. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich. 46. 1901. 232.

Wenn man die Anordnung des Gewässernetzes südlich des Schwarzwaldes im Ganzen betrachtet, so fällt die Stelle von Koblenz oberhalb Waldshut besonders ins Auge, vereinigen sich doch hier die Schlücht, die Steina, die Wutach, die Bäche der Kraichgau-Niede-

rung, der Bodensee-Rhein und die Aare, deren Einzugsgebiet in einem vollen Halbkreis um Waldshut herum angeordnet ist. Alle diese Gewässer durchbrechen vereinigt als „Rhein" zwischen Koblenz und Schwaderloch den Muschelkalk des Sedimentärmantels des Schwarzwaldes.

Derartige Gewässerknoten gerade vor dem Eintritt in eine harte Schichtgruppe sind nichts seltenes; man könnte an den Knoten bei Donaueschingen und den der Altmühl u. a. im fränkischen Jura erinnern. Immerhin besteht ein grundsätzlicher Unterschied: dort fliessen die Flüsse konsequent, hier obsequent; dort weiten sie ihre Eintrittsstelle zu einem grossen Trichter aus, hier vereinigen sich schmale — nur z. T. glazial veränderte — Täler mit einander. Die allgemein übliche Erklärung lautet für jene Vorkommnisse dahin, dass sich die Flüsse auf einer Rumpffläche entwickelt hätten, welche sich in der gleichen Richtung, aber unter einem geringeren Winkel neigte, wie die Schichten; bei Senkung der Erosionsbasis wären sie in das Schichtsystem eingesenkt worden.

Ein Analogon zu diesen Gewässerknoten mit Trichterbildung liegt in unserem Gebiet in dem Eintritt von Alb und Ibach in den Sedimentärmantel vor, wo allerdings nur die eine Hälfte des Trichters in dem Muschelkalkrand von Ober- und Unteralpfen und Hechwihl erhalten ist. Beim Koblenzer Knoten liegen die Verhältnisse anders.

Ausgangsfläche ist wieder die obermiocäne Rumpfebene. In ihr treten in dieser Gegend zwei Zonen wenig widerstandsfähiger Gesteine auf: die Zone der Anhydritformation und die Gruppe Trigonodusdolomit-Keuper-Lias-Opalinustone, die, durch den Hauptmuschelkalk von ersterer geschieden, weit mächtiger als diese ist. Ein Blick auf eine geologische Übersichtskarte belehrt uns, dass die Keuper-Lias-Zone heute durchweg südlich des Rhein liegt; denken wir sie uns in das Niveau der obermiocänen Rumpffläche verlängert, so kommen wir in die Zone des Rheintales (vgl. Taf. III). Die Anhydritformation quert den Rhein zwischen Laufenburg und Schwaderloch, tritt von Laufenburg an südlich von ihm auf; verlängern wir auch sie nach oben in das obermiocäne Niveau, so kommen wir in eine Zone 5 km nördlich des heutigen Rhein: in ihr fliesst der Steinbach von Oberalpfen nach Tiefenstein der Alb zu. Weiter westlich ist der Sedimentärmantel entfernt. Wir finden also in dieser Laufstrecke den Keuper-Lias-Streifen als günstig gelegen zur Aufnahme und Entwicklung eines grösseren Flusses. Der Anstoss zu dieser Entwicklung musste indes von ausserhalb kommen; wir suchen ihn, mangels irgend welcher Anzeichen tektonischer Bewegungen in dieser Gegend, weiter unterhalb in der Laufstrecke Säckingen-Basel.

Die Laufstrecke Säckingen-Basel.

Übersicht.[5])

Auf dem Wege Säckingen-Basel, genauer Birsfelden, quert der Rhein eine hintere, höhere Staffel der mittelrheinischen Senke. Die Untersuchung wird hier dadurch schwieriger, dass wir einmal der Anlehnung an den festen Sporn des Schwarzwaldes entbehren, andererseits das Gebiet tektonisch stark gestört ist.

Die zunächst auffallendste Tatsache bei der Betrachtung einer geologisch-tektonischen Karte, wie z. B. der von Regelmann, ist die fast völlige Unabhängigkeit des Flussnetzes von der Tektonik. Während die Verwerfungen und Grabenbrüche von NO etwa nach SW verlaufen, folgen nur kleine Rinnsale dieser Streichrichtung, die meisten halten eine ausgeprägt nordwestliche Richtung ein. Auch hier dürfte die Entwicklung wiederum nur zu verstehen sein, wenn man ihr eine jetzt vielleicht verschwundene Oberfläche zugrunde legt. Wir wollen diese Hypothese auch hier einer Prüfung unterziehen.

Die weiter östlich nachgewiesene und in Resten erkennbare obermiocäne Rumpfebene kehrt auch im südlichen Basler Tafeljura unter ähnlichen Verhältnissen wieder. Es gehören die ganzen Plateauflächen des Ergolzgebietes dazu, die noch mit tertiären Landbildungen bedeckt oder gerade eben von ihnen durch Abschwemmung befreit worden sind. Die Höhenlage beträgt auch hier etwas über 600 m; die Fläche stieg gegen Norden hin an, wo das nördlichste grössere Tertiärvorkommen 660 m erreicht und war dort um 80 bis 100 m von Tafelbergen überragt, wie Kienberg, Farnsburg u. a. Nördlich des Rheines ist ihre Fortsetzung wohl erst wieder im kristallinen Schwarzwald nachweisbar.

Bereits vor der Zeit der Herausbildung dieser Rumpfebene waren die Verwerfungen der vorhergehenden Zeit durch Abtragung topographisch beseitigt, denn die tertiären Sedimente transgredieren über die Verwerfungssysteme und die verworfenen Schollen mit nahezu ebener Basis. Es schnitt die obermiocäne Einebnungsfläche daher ein wahres Mosaik verschiedenartiger Strukturen ab: im Süden die alles gleichmässig verhüllende Tertiärdecke; im Gebiet des Möhliner Baches lag sie in weichen Schichten etwa des Keuper-Lias, in die harte bandförmig eingesunken waren; das gleiche Bild bot sich auf dem Dinkelberggebiet. Jenseits der Linie Zeiningen-Maisprach aber bis gegen und über den Rhein hin schnitt sie die

---

[5]) Überdruck Aarau der Dufourkarte 1 : 100 000. — Bl. 656 Mülhausen, 657 Waldshut d. Karte d. Deutschen Reiches 1 : 100 000. — Die Umgebung von Basel. Exkursionskarte 1 : 100 000. Basel 1914 Helbing und Lichtenhahn.

Zeininger Flexur und Bruchzone ab und verlief dann infolge deren Einwirkung in *wesentlich* jüngeren Horizonten, etwa des oberen Dogger bis unteren Malm, Callovien bis Oxford, vorwiegend auch weichen Bildungen (vgl. Taf. III).

Heute ist die obermiocäne Einebnungsfläche in dem ganzen Raum nördlich der Tertiärvorkommnisse nicht mehr erhalten. Annähernd in ihrem Niveau liegen einerseits die Oberflächen der Tafelberge im Liestaler Doggerplateau bis zum Sonnenberg hin, andererseits die höheren Teile der Muschelkalkplateaus von Blatt Maisprach (600 bis 650 m). Angesichts dessen ist es denn auch schwer möglich, im Einzelnen die Vorgänge nachzuweisen, die den Rhein hier in diese Landschaft gebracht haben. Wir wollen ihnen in den Landschaften zu beiden Seiten der Laufstrecke Säckingen-Basel nachgehen:

Das Dinkelberg-Plateau.

Karten:

Badische Messtischblätter 153 Schopfheim; 154 Wehr; 165 Wyhlen; 166 Säckingen. Geologische Karte der Dinkelberge von S. von Bubnoff 1:25000 (handschriftlich im Geologischen Institut Basel; Benützung von Herrn Prof. Schmidt gestattet).

Literatur:

Fr. Brombach. Beiträge z. Kenntnis d. Trias am südwestlichen Schwarzwald. Mitt. Grossherz. Bad. Geol. L. A. IV. 1903.

S. von Bubnoff. Die Tektonik d. Dinkelberge bei Basel I. Mitt. Grossh. Bad. Geol. L. A. VI. 1912. (Profile).

Jul. Wilser. Die Perm-Triasgrenze im südwestlichen Baden. Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. B. XX. 1913.

J. L. Wilser. Die Rheintalflexur nordöstl. von Basel zw. Lörrach und Kandern und ihr Hinterland. Mitt. Grossherz. Bad. Geol. L. A. VII. 1914. (Karte).

Der Dinkelberg ist nach den Untersuchungen von *S. von Bubnoff* vorwiegend eine Platte von Hauptmuschelkalk, die in rund 500 m Höhe liegt. Dass auch jüngere Schichten zur Zeit der Verwerfungen noch darüber lagen, wird durch das Vorkommen solcher in den Gräben bewiesen. Das jüngste vorkommende Gestein sind Opalinustone in der Wehratalversenkung. Zählen wir zu den 500 m die Mächtigkeiten dieser Deckschichten hinzu, so erhalten wir (Keuper 75 m, Lias 20 m, Opalinustone 60 m) eine Höhe von 655 m, d. h. wir kommen annähernd in das Niveau der obermiocänen Rumpffläche. Rechnen wir noch das Bajocien hinzu mit noch etwa 50—60 m, so haben wir sicherlich deren Niveau erreicht und sind immer noch in der Zone weicher Gesteine unterhalb des Hauptrogenstein. Wenn dieser nun stellenweise mit eingesunken war, so musste er, sobald die Erosionsbasis auch nur bis 500 m sank, doch angesichts der Mächtigkeit der ihn um-

gebenden weichen Schichten verschwinden. Danach wäre also die heutige Oberfläche des Dinkelbergplateau eine Rumpfebene, entstanden durch Abräumung mächtiger weicher Schichten, zur Klasse der Landterrassen gehörig. Die Anlage mochte etwa im Oberpliocän fertig gewesen sein.

Es bleibt die Gegenhypothese zu prüfen: die Dinkelberghochfläche sei ein Teil der allgemeinen obermiocänen Rumpffläche und nachträglich durch Absinken vom Schwarzwald abgetrennt. Dem widerspricht — von allem anderen abgesehen — das Vorkommen von Opalinustonen in derjenigen Versenkung, welche dieses Absinken begrenzt. Lag die obermiocäne Oberfläche im Hauptmuschelkalk, dann konnten auf ihr nicht die 100 m höher vorkommenden weichen Opalinustone erhalten sein.

Der Dinkelberg zerfällt heute in drei wohl zu scheidende Teile: die über 500 m hohe Südwestecke (Chrischona-Plateau), einen 400 bis 450 m hohen breiten Mittelstreifen (Adelhäuser-Plateau) und den wieder über 500 m hohen Ostteil. Diese Anordnung erklärt sich leicht im Sinne obiger Darlegung durch den geologischen Bau: es ist hier ein NW streichender 6—7 km breiter Graben vorhanden, in dem zur Obermiocänzeit noch der Hauptrogenstein auf weiten Flächen die Oberfläche bildete. Rings von weichen Schichten umgeben und von Brüchen durchsetzt, wurde er dann in so unmittelbarer Nähe des Rhein bald abgetragen und der ganze Graben ebenfalls bis auf den Muschelkalk ausgeräumt — nur dass dieser hier eben tief liegt.

Die Schichtstufenlandschaft nördlich der Wiese.

Karten:

Bad. Messtischblatt: 153 Schopfheim.

Literatur:

Jul. L. Wilser. Die Rheinthalflexur nordöstl. von Basel zw. Lörrach und Kandern und ihr Hinterland. Mitt. Grossh. Bad. Geol. L. A. VII. 2. 1914 m. Karte 1 : 25 000.

Diese schon ausserhalb des eigentlichen Themas liegende Landschaft muss hier noch mit ein paar Worten berücksichtigt werden, da sie den nördlichen Anknüpfungspunkt der obermiocänen Rumpfebene bildet. Der Munzenberg ragt mit 700 m gerade in ihr Niveau hinein und nördlich setzt sie sich, besonders schön am Steinenberg 759 m, am Krandel 743 m und Nollen 767 m erkennbar in den Schwarzwald hin fort, der z. T. ganz auffällige Ebenheiten in dieser Höhenlage aufweist.

Aus der Rumpffläche ist hier, wo das Einfallen immerhin ein wenig steiler ist als im Tafeljura, die Schichtstufenlandschaft herausgeschnitten worden. Der Impuls ging dabei von der Wiese aus, die ihrerseits ein subsequenter Fluss ist, der die konsequenten von Norden her kommenden Gewässer abfängt.

Die Stufe von Wehr.

Karten:

Bad. Messtischblatt 154 Wehr. 166 Säckingen.

Literatur:

O. G. Erdmannsdörffer. Geol. und petrographische Untersuchungen im Wehratal. Mitt. Bad. geol. L. A. IV. 2. 1901 m. Karte 1 : 25 000.
R. Neumann. Eine Juraversenkung im untern Wehratale. Zentralbl. f. Min. u. s. w. 1906. 40. Profil.
H. Preiswerk. Profil in Führer z. d. Exkurs. d. d. geol. Ges. u. s. w. 1907. 9.

Die Stufe von Wehr ist jener Höhenrand, mit dem der Schwarzwald auf der Linie von Säckingen bis nördlich Wehr gegen den Dinkelberg abbricht. Der untere Teil des Wehratales verschärft die Trennung beider Gebiete noch.

Wie bei jeder Stufe stellt der Morphologe auch hier die Fragen: Schichtstufe? Bruchstufe? Bruchlinienstufe? Die erste Annahme scheidet hier an der Grenze von kristallinem Gestein gegen den Sedimentmantel ohne weiteres aus. Dagegen habe ich 1914 beiläufig ausgesprochen, dass es sich um eine Bruchstufe handle, indem ich die Schwarzwaldhochfläche mit der Dinkelbergfläche identifizierte. Da sich das als untunlich erwiesen hat (s. den vorhergehenden Abschnitt), muss der Stufe der Charakter als Bruchlinienstufe zuerkannt werden, d. h. der Bruch und die Verwerfung waren im Zusammenhang mit der allgemeinen Bruchphase im Untermiocän entstanden; die damals geschaffene Stufe war der Abtragung im Mittelmiocän nahezu zum Opfer gefallen und im Obermiocän grenzten hier weite Ebenen des Dinkelbergplateaus in Opalinustonen und Bajocienhorizont gegen Rumpfhügel des Schwarzwaldes. Die Talverjüngung arbeitete die Härteunterschiede heraus und liess die Stufe neu erstehen.

Die Muschelkalkplateaus der Blätter Maisprach und Frick.

Karten:

Blatt 29 Maisprach; 30 Frick des Siegfriedatlas 1 : 25 000.

Literatur:

R. Suter. Geologie d. Umgebung von Maisprach. Diss. Basel. 1915. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 26. 1915 m. Karte 1 : 25 000.
L. Braun. Blatt Frick geol. kartiert; noch unveröffentlicht. 1 : 25 000 (mit Genehmigung von Herrn Prof. Schmidt benutzt).

Die Muschelkalkplateaus der Blätter Maisprach und Frick werden im Norden zwischen Eiken und Zeiningen vom Rheintal, im Nordwesten zwischen Zeiningen und Wintersingen von der Zeininger Bruchzone und ihr folgenden Senken, im Süden von den Tafelbergen nördlich der Ergolz bis zum Thiersteiner Berg hin und gegen Nordosten durch das Fricktal begrenzt. Ihre Höhen liegen zwischen 550 und 600 m, der Rigiberg mit 641 m nördlich Hemmiken ist eine Ausnahme. Es sind landschaftlich einförmige Tafeln, an deren steilen Rändern der Hauptmuschelkalk heraustritt, während die Hochflächen fast durchweg noch eine Decke von Trigonodusdolomit sowie Reste von Keuper tragen.

Das Talnetz ist ein doppeltes: die grösseren Tälchen führen nach Nordwesten hinaus; ihre Quellen und Einzugsgebiete liegen an den Hauptrogensteintafelbergen. Die Zuflüsse dieser Bäche dagegen sind an die zahlreichen, die Plateaus durchsetzenden Grabenbrüche und die in diese eingesunkenen weichen Schichten geknüpft und halten dementsprechend fast rein nordsüdliche Richtung inne.

Nach alledem liegt hier ein Analogon zum Dinkelberg vor. Wenn wir auf den Trigonodusdolomit in 575 m mittlerer Höhe uns den Keuper aufgesetzt denken (90 bis 110 m Mächtigkeit auf Blatt Maisprach), so kommen wir schon um so höher über das Niveau der obermiocänen Rumpfebene hinaus, als wir zu der Mächtigkeit des Muschelkalks noch etwa 50 m für Auslaugungen in der Anhydritzone hinzufügen müssen. Die obermiocäne Rumpfebene verlief daher hier jedenfalls im Keuper, also auch minder weichen Schichten. Das Gewässernetz erscheint nur auf Grund der Annahme einer Verbiegung derselben nach Nordwesten verständlich.

Die Zeininger Flexurzone.

Karten:

Blatt 29 Maisprach, Blatt 28 Kaiseraugst, Blatt 30 Liestal des Siegfriedatlas.

Literatur:

R. Suter. Geologie der Umgebung von Maisprach. Diss. Basel 1915. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 26. 1915; mit Karte und Profilen.

F. von Huene. Geol. Beschreibung d. Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. Diss. Basel 1900. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 12. 1900; m. Karte und Profilen.
K. Strübin. Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Basler Tafeljura (spez. Blatt 28). Diss. Basel 1901. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 13. 1902.
E. Blösch. Zur Tektonik des Schweiz. Tafeljura. Diss. Zürich 1910. — N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. 29. 1910.

Längs der Zeininger Bruchzone zwischen Wallbach und Liestal vollzog sich ein in Brüche übergehendes flexurartiges Absinken der nordwestlich dieser Linie gelegenen Scholle von Rheinfelden. Die jüngsten in dem abgesunkenen Teil heute noch erhaltenen Horizonte sind die Spatkalke und Variansschichten des obersten Bathonien, die nach der Absenkung 600 m hoch liegen. Die Sprunghöhe der Zeininger Verwerfung wurde auf 400 bis 500 m geschätzt. Das mag für die tiefsten Versenkungen zutreffen, im Mittel erscheint es mir zu viel. Jedenfalls ist die eine morphologisch wichtige Folge der Verwerfung die, dass hier Hauptrogenstein in *ein* Niveau mit dem benachbarten Muschelkalk kam und bei Abtragung infolge Senkung der Erosionsbasis stehen bleiben musste, da er einer Serie weicher Schichten aufruht.

Sonnenberg (635 m), Önsberg (609 m), Halmet (606 m) und Domberg (604 bis 624 m) sind derartige durch die Abtragung herausgeschälte Hauptrogenstein-Härtlinge, während der Küller (604 m) noch z. T. in den umgebenden weicheren Schichten darinsitzt. An der Südostseite wird diese Härtlingszone von einer Reihe subsequenter Tälchen und Einsattelungen von 500 m Höhe begrenzt, mit oft verwickelter Topographie im Einzelnen, je nachdem die Ausräumung harte oder weiche Schichten traf.

Die Plateauflächen von Blatt Kaiseraugst.

Karte:

Blatt 28 Kaiseraugst d. Siegfriedatlas 1 : 25 000.

Literatur:

K. Strübin. Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie des Basler Tafeljura spez. d. Geb. von Kartenbl. 28. Diss. Basel. 1901. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 13. 1902 (die handschriftlich, aber unvollendet vorliegende Karte konnte ich benutzen).
J. H. Verloop. Die Salzlager der Nordschweiz. Diss. Basel 1909.
K. Strübin. Geologische Beobachtungen im Rheinbett bei Augst. Tätigk.-Ber. der Naturforsch. Ges. Baselland. 1904/06. 97.
R. Suter. Profil Rheinfelden-Farnsburg 1 : 25 000 (nach Angaben von Prof. Buxtorf; unveröffentlicht im Exkursionsbuch der Geologischen Anstalt in Basel. 23. Febr. 1913.)

Wir betreten auf Blatt Kaiseraugst insofern etwas unsicheren Boden, als die Kartierung gerade dieses einen Blattes des Tafeljura bisher noch nicht das Licht der Öffentlichkeit erblickt hat. Immerhin ist es stratigraphisch von *Strübin* so gut untersucht und skizzenhaft kartiert, dass es dem Geomorphologen nicht schwer ist, sich über die Grundzüge im Bau dieser Plateauflächen zutreffend zu unterrichten. Diese sind etwa so, dass vom Rhein zwischen Rheinfelden und Augst her eine Schichtserie, die vom Rotliegenden, das im Rheinbett ansteht, bis zum Hauptrogenstein reicht, leicht in südsüdöstlicher Richtung einfällt, wo dann ihr Rand an der Zeininger Linie aufgebogen und zerbrochen ist. Einige dieser Linie parallele Brüche mögen auch hier durchstreichen, vermögen aber das Bild nicht wesentlich zu verändern.

Die vom Rhein aus allmählich gegen Südosten von 400 bis gegen 500 m ansteigenden Riedel bestehen in ihrem nördlichen Teil aus Muschelkalk, dann folgen Keuper, Lias, über dem die Hauptrogensteinberge aufragen. Rekonstruieren wir die obermiocäne Rumpfebene, so verläuft sie auch hier vorwiegend in den mächtigen weichen Schichten zwischen Muschelkalk und Hauptrogenstein, wobei letzterer jedenfalls in einem Streifen etwas nordwestlich der heutigen Härtlinge die Oberfläche erreichte. Die weichen Schichten wurden ausgeräumt, die Oberfläche bilden heute Hauptmuschelkalk und die Arietenkalke des Lias. Bis 425 m kommen Deckenschotter vor: der nördliche Teil der Plateaus ist daher schon früheres Rheinbett.

Die Tafelbergzone nördlich der Ergolz.

Karten:

Blatt 29 Maisprach, 30 Liestal, 31 Gelterkinden des Siegfriedatlas.

Literatur:

F. von Huene. Geol. Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. Diss. Basel 1900. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel XII. 1900; m. K.

A. Buxtorf. Geologie der Umgebung von Gelterkinden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. XI. 1901; m. K.

R. Suter. Geologie der Umgebung von Maisprach. Diss. Basel 1915. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 26. 1915; m. K.

A. Buxtorf. Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel usw. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 27. 1916. S. 240 f.

Wer von der Schauenburger Fluh (Punkt 666 südl. Pratteln) d. h. von Westen her den Tafeljura überblickt, sieht überwiegend in 600 m Höhe (oder ein wenig höher) liegende Flächen vor sich, die vom Sonnenberg nach rechts hin bis zum Kettenjura das Bild beherrschen. *Über* sie erheben sich allein: der Kienberg mit der

Sissacher Fluh (743 m), der Kegel des Staufen (702 m), der Farnsberg (762 m), dahinter Thiersteiner Berg (750 m) und einige der Berge des Aargauer Jura. Mit Ausnahme des Staufen tragen alle diese Berge leicht nach Süden geneigte ebene Oberflächen, die also um 100 bis 150 m höher liegen als ihre Umgebung; zugleich setzen sie scharf und deutlich gegen dieselbe ab.

Diese Berge bestehen in ihrem oberen Teil aus Hauptrogenstein. Es sind echte Tafelberge und zwar sind sie um so höher, je weiter sie nach NW, dem Zentrum der Schichtenwölbung zu, liegen. Der vielgezackte Anwiler Riedel, der im Thiersteiner Berg ausläuft, zeigt diese Berge in statu nascendi: es sind durch normale Erosion losgelöste Auslieger der Schichtstufe des Hauptrogenstein, an denen durch die harten Bänke des Bajocien verursachte weitere Terrassierungen zu beobachten sind. Ihre Oberfläche ist augenscheinlich ident mit der Auflagerungsfläche der helvetischen Meeresabsätze im Süden.

Etwas anderes ist der Staufen; schon seine Gestalt verrät Abweichungen. In der Tat ergab die geologische Kartierung, dass er zwar auch aus Hauptrogenstein besteht, aber aus einem eingesunkenen, dann seiner Härte wegen wieder aus weicheren Horizonten herausgeschälten Stück, das im Zuge eines jener Gräben liegt, welche die Muschelkalkplateaus von Blatt Maisprach durchsetzen und dort fast nur Keuper und Lias enthalten. Hier an der Wasserscheide zwischen Ergolz und Rhein haben wir noch ein Stück der höheren Ausfüllung dieser Gräben erhalten, hier gibt es Opalinustone, Bajocien und Bathonien. Es repräsentiert uns daher der Staufen sozusagen ein Stück pliocäne Topographie, als noch in den langgestreckten Gräben langgestreckte Streifen des Hauptrogenstein steckten und nun bei Beginn der Herausschälung als lange Bergrücken herausschauten, unter völliger Reliefumkehr.

Was hier vom Staufen gesagt wurde, gilt ebenso vom Wischberg, der uns ein früheres und von Punkt 663 Gogel auf Blatt Maisprach, der uns ein späteres Stadium gibt, bei dem nur noch ein kleiner Fetzen Hauptrogenstein erhalten ist.

Die Ergolzplateaus.

Karten:

Blatt 30 Liestal, 31 Gelterkinden, 34 Wölflinswil, 146 Hölstein, 147 Läufelfingen.
F. Mühlberg. Geol. Karte des Hauensteingebietes 1 : 25 000. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. Spez.-K. 73. 1914.

Literatur:

A. Buxtorf. Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. N. F. XI. 1901; m. K.
A. Buxtorf. Nicht gedruckte Habilitationsvorlesung. — Oberflächengestaltung und geolog. Gesch. d. nordschweiz. Tafeljura. Verh. Schweiz. Naturforsch. Ges. 93. Vers. zu Basel 1910. I. (auch Ecl. geol. helv. XI. 284.)

Unter diesem Namen fasse ich die über 600 m hohen Plateaus im Quellgebiet der Ergolz zusammen, die im Norden von dieser begrenzt werden und vom Diegterbach, Homburgerbach, Eibach und der Ergolz selbst in die Riedel von Zunzgen, der Tenniker Fluh, von Rünenberg, Wenslingen und Anwil zerlegt werden, deren letzterer nach Norden in den Thiersteiner Berg übergeht.

Die Entschleierung der Geheimnisse des Baus dieser Plateaus verdankt die Wissenschaft *A. Buxtorf.* Sie bestehen in ihrer Hauptmasse aus Hauptrogenstein; ihm gelang es festzustellen, dass in diese Hauptrogensteintafeln in Form meist schmaler Gräben weiche Malmschichten eingebrochen liegen und dass die tertiären Schichten, beginnend mit Meeresbildungen des Mittelmiocän über die Verwerfungen und die verworfenen Stücke transgredieren, ohne von den Brüchen noch betroffen zu sein. Die Aufnahme der südlich an Blatt Gelterkinden angrenzenden Plateaustücke durch *Mühlberg* hat diese Anschauungen durchaus bestätigt.

Buxtorf hat auch bereits morphologische Schlüsse aus seinen geologischen Aufnahmen gezogen, indem er schreibt: „Die ursprüngliche Anlage der Tafeljurahochfläche ist entstanden bei der Transgression des mittelmiocänen, helvetischen Meeres. Diese alte miocäne Abrasionsfläche ist bis heute da erhalten geblieben, wo sie in harte Kalke zu liegen kam."

Nach diesen Ausführungen tritt hier also an der Basis der tertiären Sedimentdecke eine ebene Fläche auf, die *Buxtorf* später vindobonische Fläche genannt hat. Ob sie durch Abrasion gebildet ist oder nicht schon vor der Transgression als subaëril entstandene Fastebene dalag, wofür manches spricht, sei hier dahingestellt. Für den Morphologen fragt es sich nur, ob man die Auflagerungsfläche der tertiären Sedimente mit der heutigen Oberfläche identifizieren darf.

Zur Beantwortung dieser Frage betrachten wir erstens die beiden Oberflächen: die untere, vindobonische Fläche ist ganz eben, die obere, heutige ist wellig. Die erstere fällt gegen Süden stark, die heutige schwach, oder sie steigt sogar. Schliesslich ist zweitens die Mächtigkeit der tertiären Sedimente doch nicht unerheblich: auf Blatt Gelterkinden etwa 30 m, weiter südlich (östlich von Hölstein)

nach Angabe von *F. Mühlberg* 60 m, bei Lampenberg 100 m. Aus allen diesen Gründen kann man *Buxtorf* wohl Recht geben, wenn er die *Anlage* der Hochflächen in die helvetische Phase (oder das Vindobon) ansetzt, man darf aber die heutige Oberfläche *nicht* mit ihr identifizieren, die vielmehr nur da in die heutige Hochfläche eintritt, wo das Tertiär im gegenwärtigen Zyklus gerade abgedeckt ist.

Die Tertiärdecke besteht (von unten nach oben) aus Muschelagglomerat, Süsswasserkalken und roten Mergeln (zusammen auf Blatt Gelterkinden 10 m) aus etwas mächtigerer Juranagelfluh, die nach oben wieder in Süsswasser-Kalke und Mergel übergeht, die schon dem Obermiocän angehören. Die Anlage der heutigen, fast ebenen Hochflächen ist daher ebenfalls in das Obermiocän zu setzen. Sie haben seither in ihrer Gesamtheit in dieser Gegend eine Verbiegung nach Süden dadurch erlitten, dass sich der Kettenjura von dort aus auf sie hinaufschob und sie ein wenig hinabdrückte. Die heutigen Flüsse behaupteten sich dieser Bewegung gegenüber — müssen also älter sein — und die Talbildung konsequent zu dieser Verbiegung, die man z. B. bei Känerkinden beobachten kann, ist erst sehr gering.

Der Nordrand der Hochflächen gegen das Ergolztal hin ist die Schichtstufe des Hauptrogenstein über den weicheren Schichten an seiner Basis. Infolge der zahlreichen Grabenbrüche mit eingesunkenen weicheren Schichten und der kräftigen Erosion von der tiefliegenden Ergolz her ist der Rand der Schichtstufe ungewöhnlich gezackt und derselbe ist nur stellenweise leidlich erhalten. Im Anwiler Riedel ist der frühere Zusammenhang mit den Tafelbergen im Norden noch sichtbar.

Der Westrand der Ergolzplateaus gegen die Frenkenplateaus bedarf noch einiger Worte. Er verläuft in nordsüdlicher Richtung auf der Höhe des Zunzger Riedel, dessen Oberfläche in Juranagelfluh in 600 m Höhe liegt. Sie ist im südlichen Teil von *Mühlberg*, im nördlichen von *Huene* geologisch dargestellt. Von der Plateaukante folgt im südlichen Teil eine ziemlich gleichmässige Böschung gegen Hölstein, die bis 530 m hinunter in Juranagelfluh liegt. Im Norden aber schaltet sich bei Ramlinsburg zwischen die Plateaufläche und das heutige Tal ein Absatz ein, auf dem in rund 500 m Höhe Ramlinsburg selbst liegt und von dem aus dann ziemlich steil das Plateau in 580 m Höhe erreicht wird. Dieser obere steile Hang liegt in Effinger-Schichten und hat mit den heutigen Tälern nichts zu tun. Ich möchte ihn als erosiv ansprechen, als aus einer Zeit stammend, zu der noch die Frenken-Plateaus die lokale Erosionsbasis waren.

Die Frenkenplateaus.

Karten:

Blatt 10 Gempen, 30 Liestal, 146 Hölstein des Siegfriedatlas.
F. Mühlberg. Geol. Karte des Hauensteingebietes 1 : 25 000. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz. Spez.-K. 73. 1914. m. Erl.

Literatur:

F. v. Huene. Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweiz. Tafeljura. Diss. Basel 1900. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel XII. 1900 mit Karte u. Profilen.
Ed. Blösch. Zur Tektonik des schweiz. Tafeljura. Diss. Zürich 1910. — Neues Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. 29. 1910. 593.
H. Cloos. Tafel- und Kettenland im Basler Jura usw. Diss. Freiburg i. B. 1910. — N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. 30. 1910. 97.

Unter dem Namen „Frenkenplateaus" fasse ich die im Mittel 500 m hohen Flächen zusammen, die sich südlich Liestal im Gebiet der Vorderen und Hinteren Frenke sowie des Orisbaches ausdehnen. Ihre Grenze gegen Osten bildet der über 600 m hohe Zunzger Riedel, die gegen Westen das Gempenplateau (über 700 m) mit seinen Vorstufen.

Wie die Karte von *F. von Huene* zeigt, sind die Frenkenplateaus sehr kompliziert gebaut, durch eine ganze Schar NNW streichender Grabenbrüche in schmale, in dieser Richtung lang gestreckte Schollen zerlegt. Die Grabenspalten konvergieren nach der Tiefe und entsprechen im ganzen Verhalten dem, was wir schon mehrfach aus unserem Gebiet kennen gelernt haben. Es besteht daher auch kaum ein Zweifel darüber, dass es sich auch hier um vormittelmiocäne Störungen handelt, die zur Obermiocänzeit wie auch sonst im Tafeljura eingeebnet waren.

Wenn wir den formgebenden Hauptrogenstein zugrunde legen, so ist mit dieser Zerstückelung ein sukzessives Absinken desselben gegen Westen verbunden: im Zunzger Riedel 600 m, erreicht er bei Seltisberg noch 490 m, im Sichtern-Feld und bei Nuglar nur noch 460 m Höhe. Bei dieser Lagerung ist es klar ersichtlich, dass in der obermiocänen Rumpffläche hier die *über* dem Hauptrogenstein liegenden Schichten in Streifen auftreten mussten, die annähernd nord-südlich verliefen. In der vindobonischen Fläche aber scheint hier eine tiefere Zone vorhanden gewesen zu sein: nördlich der Ergolz trägt der Schward, 656 m, Reste alttertiärer Bohnerze, im Süden ist bei Lampenberg in den schönen Aufschlüssen am Ramstelbach Alttertiär in nur 500 m Höhe erhalten. Kleckenberg 532 m, Blomd 554 m, Murenberg 530 m, das Sequan bei Lampenberg 570 m geben hier das ungefähre Niveau der höheren Teile der vindobonischen Fläche an.

Diese ganze Gegend wurde dann wohl von den Ablagerungen eines Stromes verschüttet, der seine Gewässer über dem heutigen Dinkelberg sammelte. Die Juranagelfluh geht hier bis über 600 m hinauf; ist also etwa 100 m mächtig; sie ist seither zum grössten Teil ausgeräumt, wo sie nicht auf harter Basis ruht. Von einer Eindrückung nach Süden wie im Bereich der Ergolzplateaus ist hier nichts zu bemerken; im Gegenteil sind hier, wo die vindobonische Fläche augenscheinlich tiefer lag als weiter östlich, die Klippen des Faltenjura weit nach Norden hin vorgerutscht, wo die Tertiärauffüllung wenig Widerstand bot.

Vom Faltenjura aus entwickelte sich dann das Gewässernetz nach Norden hin, das die Tertiärdecke durchschnitt, ausräumte und weiterhin die Strukturen der vindobonischen Fläche zur Richtlinie nahm. Der Fazieswechsel im Malm zwischen Lupsingen und Büren — Übergang der weichen argovischen Schichten in die harten rauracischen Kalke — wurde dabei für die Topographie von grösster Bedeutung. Östlich der Zone des Wechsels wurden die wenig mächtigen Malmkalke bis auf geringe Reste entfernt, westlich entwickelte sich die hohe Schichtstufe des Gempenplateau.

Das Gempenplateau.

Karten:

Blatt 8 Muttenz, 10 Gempen, 97 Bretzwil des Siegfriedatlas.

Geol. Karte von Basel. I. Gempenplateau und unteres Birstal; aufgenommen von A. Gutzwiller und Ed. Greppin 1910—14. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Spez.-Karte 77 m. Erl. 1915.

Literatur:

A. Tobler. Der Jura im Südosten der oberrheinischen Tiefebene. Diss. Basel 1896. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel XI.

G. Braun. Zur Morphologie der Umgebung von Basel. Verh. Naturforsch. Ges. Bas. 25. 1914. 132.

Das Gempenplateau ist der hohe Abschluss des Tafeljura gegen Westen hin, begrenzt im Süden von den vordersten Ketten des Faltenjura, im Westen von der Flexur zur mittelrheinischen Senke, im Norden vom Rheintal, im Osten von dem Steilrand, der von der Schauenburger Fluh (Punkt 666 südlich Pratteln) bis in die Gegend von Seewen zieht. Die Plateaufläche gliedert sich in einen höheren (über 700 m) südlichen Teil und in einen tieferen nördlichen Teil. An der Grenze beider zieht sich der Schartenwald hin, dessen Nordrand ursprünglich Bruchstufe, nun aus der Bruchlinienstufe zur Schichtstufe geworden ist, indem die tiefer greifende Erosion an der Basis der Malmkalke die Oxfordtone entblösste.

Es erhebt sich die Frage nach dem Alter der Plateauflächen und ihrer Zugehörigkeit zu anderen Flächen im Tafeljura. Von tertiären Ablagerungen kommen vor: Süsswasserkalke des Eocän nördlich Hochwald, augenscheinlich an einer Versenkung erhalten; südlich Hochwald in ungestörter Lagerung etwas Molasse alsacienne, Blättersandstein des Oberoligocän. Diese Vorkommnisse liegen auf Malm; es scheint demnach die Anlage der Hochfläche zum mindesten in ihrem südlichen Teil bis in das Alttertiär zurückzugehen, weshalb ich sie auch schon 1914 zur germanischen Rumpfebene gestellt habe.

Die tektonische Stellung des Plateaus ist am ehesten noch dem Bözberg-Plateau am östlichen Ende des Aargauer Tafeljura zu vergleichen: auch dort haben wir harte Malmschichten (allerdings einen etwas anderen stratigraphischen Horizont), die dort nach OSO, hier nach WSW einfallen. Der Südrand wird an beiden Stellen vom Kettenjura gebildet und zeigt eine Depression. Wir befinden uns also auf beiden Plateaus auf der Aussenseite der grossen, flachen Kuppel, welche der Sedimentärmantel des Schwarzwaldes etwa um das Zentrum bei Zuzgen herum bildet.

So weit geht die Ähnlichkeit. Der Hauptunterschied besteht wohl darin, dass das Bözberg-Plateau ganz und gar mit mächtiger Nagelfluhdecke verhüllt ist, während das Gempenplateau frei davon zu sein scheint. Eine irgend stärkere Decke ist sicher nicht vorhanden, Relikte vielleicht; jedenfalls kommen solche unmittelbar im Süden auf „Stollenweid" am Pelzmühlental in 620 m Höhe vor und auch südlich Hochwald habe ich ortsfremde Gerölle gefunden. Es lag also wohl das Gempenplateau etwas über dem mittleren Niveau der Aufschüttungen in der obermiocänen Rumpfebene.

Die Oberflächenformen des Plateau sind ziemlich mannigfaltig. Der Nordteil, das Plateau von Schönmatt, ist recht eben. Die Verbiegung zur rheinischen Flexur hin kündigt sich durch eine Reihe von Verwerfungen in der Umgebung des Hofes Schönmatt an, die diesem Teil ein etwas unregelmässiges, in nordwestlicher Richtung angeordnetes Relief verleihen.

Der Schartenwald mit der Schartenfluh 765 m, deren Aussichtsturm einen schönen Überblick bietet, ist ein in die weichen Schichten oberhalb des Hauptrogenstein eingesunkener, dann unter Reliefumkehr wieder herausgearbeiteter Streifen der Malmkalkplatte. Da die Erosion bereits die die Malmkalkplatte unterteufenden weichen Oxfordschichten auf beiden Seiten angegriffen hat, geht der Schartenwald wohl vergleichsweise rasch seinem Untergang durch Abtragung entgegen.

Bewegter als im Norden ist das Relief im Plateau von Hochwald. Im Westen des Ortes zieht eine auf 2,5 km Länge schön

entwickelte Stufe entlang (im Maximum 70 m Höhe), deren Gestrecktheit auf den ersten Blick darauf hinweist, dass es sich um eine Stufe, veranlasst durch einen Bruch, handelt. Die Richtung, in der er verläuft, die Tatsache, dass an ihm Alttertiär eingesunken ist, beides deutet darauf hin, dass die Verwerfung gleichaltrig mit den übrigen des Tafeljura ist, also prämittelmiocän. Seither ist die wohl damals allgemein vorhandene Sequandecke von dem höher gelegenen Flügel entfernt, in der Senke erhalten. Ihrer Ausräumung möchte ich das Wiederaufleben der Stufe in der Gegenwart zuschreiben, dieselbe also als Bruchlinienstufe auffassen. Da an ihrem Nordrande auch schon das Oxford durch die Erosion erreicht ist, geht sie ebenfalls dort in eine Schichtstufe über.

Der Westrand des Plateau wird durch die Flexur zur mittelrheinischen Senke gebildet, die erosiv zerschnitten ist. Da über dieselbe eine besondere Studie eines meiner Schüler in Vorbereitung ist, will ich mich hier nicht weiter darüber äussern. Der Ostrand ist in seiner Genese schon oben gelegentlich der Darstellung der Frenkenplateaus berührt: er ist die normale Schichtstufe der Malmkalke, entwickelt aus dem Ausstreichen derselben in der vindobonischen Rumpffläche. Stellenweise wie bei Büren liegen Störungen vor, an denen die Malmkalke in die Tiefe gesunken sind: sie werden dort jetzt von ihrer Umhüllung weicherer Schichten befreit. In grosser Höhe münden am Rand der Stufe ausgereifte Täler, die wohl noch dem obermiocänen Zyklus angehören, so nördlich Büren und östlich Schönmatt gegen Bad Schauenburg.

Besondere Probleme bietet noch der Nordrand gegen das Rheintal. Wie die neue geologische Spezialkarte von Basel (Blatt 1) sehr schön zeigt, zieht hier in ostwestlicher Richtung eine Antiklinale durch, in der Lias, Keuper und — an einer Stelle entblösst — auch Muschelkalk so aufgefaltet sind, dass die ganze Antiklinale ein wenig nach Norden hin gedrückt erscheint. Dieselbe setzt sich nach Osten in das Gebiet von Kaiseraugst fort. Ihrem Nordschenkel sitzen als Hauptrogensteinberge noch der Wartenberg (480 m), der Adler bei Pratteln (528 m) und der Büchlihau bei Füllinsdorf auf, letzterer schon an der Einwalmung der Antiklinale und in sich kompliziert gebaut. In dieser Zone ist wohl die nördlichste Jurafalte zu sehen, wie das *Tobler* zuerst angedeutet hat; in ihr werden heute die im Kern entblössten weichen Schichten ausgeräumt und es bleibt eine Reihe markanter Einzelberge stehen. Wir treten damit unmittelbar in das Rheintal und wenden uns dessen Betrachtung zu.

Das Rheintal zwischen Basel und Säckingen.

Karten:

Blatt 185 Freiburg der Topographischen Übersichtskarte d. D. R. 1 : 200 000. — Blatt 2 Basel-Riehen, 8 Muttenz, 17 Rheinfelden, 18 Möhlin, 28 Kaiseraugst, 29 Maisprach des Siegfriedatlas 1 : 25 000.

Literatur:

Ph. Platz. Das Steinsalzlager von Wyhlen. Verh. Naturwiss. Ver. in Karlsruhe. 6. Heft. 1873.

K. Strübin. Geol. Beobachtungen im Rheinbett bei Augst. Tätigk.-Ber. d. Naturforsch. Ges. Baselland 1904/06. 97.

Joh. H. Verloop. Die Salzlager der Nordschweiz. Diss. Basel 1909.

K. Disler. Geologische Skizze von Rheinfelden. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Verein. N. F. 2. Heft 2. 1912.

E. Brändlin. Über tektonische Erscheinungen in den Baugruben des Kraftwerkes Wyhlen-Augst am Oberrhein. Mitt. Grossh. Bad. Geol. L. A. VI. 2. 1912.

C. Disler. Stratigraphie und Tektonik des Rotliegenden und der Trias beiderseits des Rheines zwischen Rheinfelden und Augst. Diss. Basel 1914. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel 25. 1914.

E. Greppin. Zur Kenntnis des geol. Profils am Hörnli bei Grenzach. Verh. Naturforsch. Ges. Basel. 18. 1906. 371.

Zwei Profile durch das Gebiet der Rheintalflexur am Hörnli bei Basel von *A. Buxtorf* und *J. H. Verloop* im Führer zu d. Exk. d. Deutsch. Geol. Ges. im südl. Schwarzwald usw. 1907.

Die Zone des diluvialen und alluvialen Rheintales zwischen Basel und Säckingen ist ihrem Bau nach ungewöhnlich gut bekannt, da sie in ihrem Untergrund im Verband der triadischen Schichten die einzigen Salzlager der Schweiz enthält und weil zweitens bei Augst der Bau eines Kraftwerkes eingehende geologische Untersuchung erforderlich und durch Anlage von Aufschlüssen auch möglich machte. Schliesslich schneidet der Rhein auf der ganzen Laufstrecke schon durch die Niederterassenschotter hindurch in deren Grundlage ein, dadurch günstige Profile entblössend, die bei niedrigem Wasserstand im Winter meist auch leicht zugängig sind.

Eine übersichtliche Zusammenfassung der geologischen Untersuchungsergebnisse liegt noch nicht vor — da die von *Verloop* schon etwas veraltet ist — wird auch dadurch erschwert, dass der Rhein hier die politische Grenze bildet und die Untersuchungen auf beiden Ufern nicht Schritt mit einander hielten. Immerhin ist das Eine ganz klar und sicher: das ganze Gebiet ist stark von Verwerfungen und Flexuren durchsetzt, deren Streichrichtung fast durchweg senkrecht gegen die Laufrichtung des Rhein gerichtet ist — es ist eben das Bindeglied zwischen dem Schollenland des Dinkelberges und des Tafeljura.

Die Grundzüge des Baues sind die folgenden: das kristalline Grundgebirge mitsamt seinem Sedimentmantel neigt sich vom Schwarzwald an allmählich nach Westen bis in die Gegend von Grenzach, wo es an der Rheintalflexur rasch in die Tiefe abbiegt. Zwischen Wallbach und Rheinfelden ist ein nordnordwestlich streichender, 7 km breiter Graben vorhanden, an dem triadische Sedimente bis einschliesslich Keuper so eingesenkt sind, dass sie ein klein wenig gegen Osten einfallen, wo längs der Wehratal-Zeininger-Zone erhebliche Komplikationen auftreten (s. S. 321). Stärkere Störungen zeigen dann bei Pratteln etwa die Nähe der grossen Rheintalflexur an, die der Rhein zwischen Grenzach und Birsfelden schneidet.

Diese Angaben gelten für das Längsprofil; betrachten wir nunmehr die Querschnitte. Diese zeigen (siehe z. B. *Verloop*) durchweg ein leichtes Südfallen der Schichten. Es verläuft daher das Rheintal in der Möhlin-Rheinfelder-Scholle im Muschelkalk, dann im Buntsandstein und Rotliegenden, bei Augst wieder im Muschelkalk und so hinaus bis an die Flexur. Ergänzen wir den Schichtverband nach oben bis in das Niveau der obermiocänen Rumpfebene, so befinden wir uns ganz augenscheinlich im Streifen Keuper-Lias-Opalinustone d. h. durchweg wenig widerstandsfähigen Schichten. Diese 200 m, ja bis zum Hauptrogenstein hinauf sogar 250 m mächtige Schichtgruppe ist eine der für die Entwicklung des Rhein bestimmenden Vorbedingungen. In ihr verschwanden gewissermassen die prämittelmiocänen Störungen und tauchten erst wieder auf, als der Rhein beim Einschneiden und Ausräumen in der Tiefe die Härteunterschiede herausarbeitete.

Wir finden daher hier wie weiter oberhalb günstige Bedingungen für einen grossen Strom vor, der durch von aussen kommende Einflüsse in dieser Zone entstand. Welcher Art diese Einflüsse waren, können wir jetzt nur mutmassen. Wir werden aber kaum fehl gehen, wenn wir sie in der Jurafaltung erblicken. Dieselbe schuf ostwestlich streichende Depressionen im heutigen Faltenjura und an seinem Nordrand. Eine der Falten lässt sich, wie wir sahen, unmittelbar südlich des heutigen Rhein als Antiklinale, demzufolge am Rhein selber als Synklinale nachweisen. Eine solche Depression musste anziehend wirken und von ihr aus rückwärts mag sich der Vorrhein entwickelt haben, der somit zunächst keine Beziehungen zur mittelrheinischen Senke und deren Tektonik aufweist.

Das Rheinproblem.

Karten:

Blatt 185 Freiburg, 192 Oltingen der Topographischen Uebersichtskarte d. Deutsch. Reiches 1 : 200 000 bieten vielleicht den besten Ueberblick.

Blatt 656 Mülhausen, 657 Waldshut der Karte des Deutsch. Reiches 1:100000. Ueberdruck Aarau der Dufourkarte 1 : 100 000 (leider fast ohne Geländedardarstellung für deutsches Gebiet).

Blatt 25 Mülhausen der Vogel'schen und Lepsius'schen Karte 1 : 500 000.

Literatur:

L. du Pasquier. Ueber die fluvioglazialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. I. Bern 1891.

Ed. Brückner. Das Schottergebiet im Nordwesten der Schweiz in A. *Penck-Ed. Brückner.* Die Alpen im Eiszeitalter. II. Leipzig 1909 (1905).

O. Frey. Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. N. Denkschr. allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwiss. 41. 2. 1907.

R. Frei. Monographie des schweiz. Deckenschotters. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. N. F. 37. Bern 1912.

G. Braun. Beiträge zur Morphologie der Umgebung von Basel I. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 25. 1914.

Fassen wir zusammen: in dem weiten Gebiet zu beiden Seiten des Rhein zwischen Basel und Waldshut lassen sich alle beobachtbaren Oberflächenformen restlos mit der Annahme einer obermiocänen Rumpfebene in 600 bis 700 m Höhe erklären. Diese obermiocäne Rumpfebene ist heute nur noch in weiter Entfernung vom Flusse erhalten, dessen gewaltige Erosionskraft sie im Vereine mit seinen Zuflüssen so stark zerstört hat, dass kaum noch Anzeichen für die Flussgeschichte aus der Periode zwischen der Obermiocänzeit und dem ältesten Diluvium vorhanden sind. Bei dieser Sachlage verspricht nur zeitlich wie örtlich weiter ausgedehnte Betrachtungsweise Ergebnisse zu liefern.

Nach dem endgültigen Verschwinden des Meeres vom Schweizerboden erkennen wir daselbst in den Grundzügen folgende Anordnung des Gewässernetzes: auf weiten Fussebenen, die sich im Norden von Schwarzwald und Vogesen nach Süd und Südost, dort von den Alpen her nach Norden abböschen, fliessen die Gewässer einer Stromader zu, einer Ur-Aare, die sich nach Nordosten zur Donau wandte oder besser, die selber die obere Donau war, der die heutige Donau von Nordwesten her zuströmte. Die Zustände mögen denen der Poebene in der Gegenwart geglichen haben, wo die mächtigen Zuflüsse der Alpen den Po nach Süden drängen wie sie ihn hier nach Norden zu verschieben trachteten. Sie blieben so bis zur Jurafaltung, also bis ins Pliocän.

Während der Jurafaltung entstand in der Zone des heutigen Rheinlaufes oder ein wenig nördlich davon in der Laufstrecke west-

lich Basel und oberhalb Basel bis Augst nachweisbar eine flache Einsenkung, die nördliche subjurassische Niederung, wie ich sie 1914 nannte, in der sich ein Vor-Rhein entwickelte, der überdies noch durch das Auftreten wenig widerstandsfähiger Schichten in seinem Längsverlauf vor anderen Gewässern begünstigt wurde. Der Vor-Rhein sammelte seine Gewässer in der Gegend von Waldshut, nahm im Weiterlauf von rechts die Abdachungsflüsse der obermiocänen Rumpffläche auf, von links neue Abdachungsflüsschen, die sich vom Kamm der Jurafaltung aus auf nach Norden geneigtem Vorland derselben entwickelten.

Dieser Faltungskamm oder besser die hinter einander liegenden Wellen desselben, die sich aus dem Tertiärschutt der obermiocänen Rumpffläche heraus aufwölbten, unterbrachen die nach Süden-Südosten gerichteten Wasserläufe des obermiocänen Systemes und nur kleine Rinnsale blieben übrig, die von den Faltungswellen aus der Donau-Aare von Norden her zuströmten. Da nun der Druck der von Norden kommenden grösseren Nebenflüsse aufhörte, drängten gleichzeitig die südlichen, alpinen Zuflüsse die Donau-Aare gegen den Rand des sich auffaltenden Landstreifens. Die Aare scheint dabei die vom Jura abirrende „Born"-Falte zwischen Olten und Aarburg antezedent durchbrochen zu haben; das gleiche möchte ich für den Kestenberg vermuten, an dessen Nordrand die Donau-Aare dann unter Anlehnung an die Lägern-Kette ihren Weg nach Osten fortsetzte. Auf dieser Laufstrecke, auf der sie von rechts her nach einander die Reuss, die Limmat und die Glatt aufnahm, wurde sie von Norden her von einer „Rhein-Aare" angezapft, deren Analogon in der Gegenwart etwa die Sisseln sein mag, die aus verschiedenen Gründen (geringe Änderungen in der Lagerung) in der Entwicklung den anderen linksrheinischen Zuflüssen dieser Laufstrecke weit voraus ist. Die Anzapfung durch die „Rhein-Aare" dagegen wurde durch den Fazieswechsel innerhalb des Doggers erleichtert, infolgedessen gerade in dieser Zone der so mächtige und widerstandsfähige Hauptrogenstein fortfällt und gegen die Lägern hin durch Mergel und tonige Kalke ersetzt wird.[6])

Den Ort dieser Anzapfung vermag ich noch nicht anzugeben. Zwei Möglichkeiten gibt es; erstens: die Aare durchbrach die Gislifluhfalte wie oben angenommen antezedent — dann vermute ich die Anzapfungsstelle etwa in der Gegend von Birmensdorf; oder zweitens — die Aare wurde durch die Gislifluhkette abgedrängt und floss von

---

[6]) s. *M. Mühlberg.* Vorl. Mitteilung über die Stratigraphie des Braunen Jura im nordschweiz. Juragebirge. Ecl. geol. Helv. VI. 4. 1900. — *F. Mühlberg.* Erl. zur geol. K. d. Lägernkette. Bern 1902. — *F. Mühlberg.* Erl. zur geol. K. d. unteren Aare-, Reuss- und Limmat-Tales in 1 : 25 000. Bern 1905. — *A. Buxtorf* spricht in seiner neuesten Arbeit den gleichen Gedanken aus.

Wildegg zur Lägern hinüber — dann liegt das Ablenkungsknie bei Wildegg, wo die Aare jetzt so scharf nach Norden wendet. Wie dem auch sei, worüber nur Spezialuntersuchungen der Gegend Auskunft geben können: die Anzapfung erfolgte präglazial und in einer Höhe von etwa 550 m, dem Niveau des älteren Deckenschotters, denn zu seiner Zeit waren Reuss und Limmat bereits dem Rheinsystem angeschlossen und es fand jene mächtige Seitenerosion und Verschüttung der durchbrochenen Falten statt, die alle Autoren zu der Annahme brachte, die Durchbrüche wären antezedent. Ich glaube nicht, ich halte vielmehr die ganze Biegung Aarau-Wildegg-Brugg-Waldshut-Laufenburg für ein gewaltiges Ablenkungsknie. Ob vielleicht der Durchbruch bei Wildegg ganz jung ist, weil er nicht die für Aare-Reuss-Limmat charakteristische seitliche Ausweitung zeigt, diese Frage sei hier nur aufgeworfen.

Mit dieser Ablenkung entstand der Rhein in heutigem Sinn als ein Fluss mit alpinem Einzugsgebiet; seine ersten kenntlichen Ablagerungen sind die oberpliocänen (?) Sundgauschotter. Die Umbildung eines seiner älteren Quellflüsse zum „Bodensee-Rhein" ist erst ein Erzeugnis der Einwirkung diluvialer Gletschermassen. Als Fremdling griff er in das Donau-Aare-System ein, es völlig auflösend. Er zog dessen Oberlauf mit dem grossen alpinen Einzugsgebiet an sich und er griff und greift noch heute weiter im Donaubereich um sich, dessen ganze Zuflüsse mitsamt der Donau ihm verfallen sind. Die Kraft zu dieser Entwicklung verliehen ihm seine grossen Wassermengen und sein Anschluss an die mittelrheinische Senke, in der die Erosionsbasis während des Diluvium unaufhörlich einsank, während die der Donau gleich blieb.

Die Entwicklung während der Diluvialzeit ist noch keineswegs ganz aufgeklärt. Oberhalb von Säckingen floss der altdiluviale Rhein jedenfalls 2 bis 3 km nördlich des heutigen in 400 bis 460 m Höhe und die heutigen Hochflächen des Südufers müssen sein Aufschotterungsniveau schon damals überragt haben, da sie frei von Deckenschottern sind. Durch die Schwarzwaldzuflüsse ist der Rhein seither auf dieser Laufstrecke dauernd nach Süden gedrängt worden. Umgekehrt weiter unterhalb: dort finden wir die Deckenschotter weit in den Tafeljura hinein, während sie am Dinkelberg kaum oder nur schmal entwickelt sind. Hier hat eben der Gletscher der Risseiszeit, der das Möhliner Feld erreichte, seinerseits den Rhein nach Norden gedrängt.

Zusammenfassung.

Die für die erklärende Erdbeschreibung wichtigen Ergebnisse dieser mit geologischen Methoden durchgeführten Untersuchung kann man in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Das Rheintal zwischen Basel und Waldshut ist infolge tektonischer Einflüsse in einer Subsequenzzone einer obermiocänen Rumpfebene angelegt worden. Infolge der dadurch geschaffenen Begünstigungen ist es dem Vor-Rhein gelungen, räuberisch in das Donau-Aare-System einzudringen und dasselbe zu zerreissen, ein Vorgang, der auch jetzt noch nicht sein Ende gefunden hat. In Verfolg des seit der Oberpliocänzeit sichtbar werdenden sukzessiven Einschneidens des Flusses entwickeln sich zu beiden Seiten desselben an das Auftreten harter Schichten geknüpfte Ebenheiten vom Charakter der Landterrassen. Das Landschaftsbild wird von den etwa zur Oberpliocän- bis Altdiluvialzeit angelegten, zur Risseiszeit fertigen Muschelkalkflächen in beiläufig 500 m Höhe beherrscht, die sich im Aare-Reuss- und Limmatdurchbruch bis nach der Innerschweiz fortsetzen. Über ihnen bilden Lias und die harten Bänke des Bajocien kleinere Landterrassen, von denen aus der Aufstieg zu den im südlichen Tafeljura erhaltenen, seither nur wenig veränderten Resten der regionalen obermiocänen Einebnungsfläche erfolgt, die ihrerseits von Restbergen und der Stirne des Kettenjura überragt werden.

Es gehört das Rheintal daher im System der Oberflächenformen in die Reihe von Grand Canyon des Colorado und Elbsandsteingebirge; es ist geologisch sehr jung und doch überraschend breit entwickelt, dank eben der schon mehrfach hervorgehobenen glücklichen Vorbedingungen.

Die in unserem Gebiet systematisch verfolgte und dargestellte obermiocäne Rumpffläche passt auf das Beste in den Gürtel gleichaltriger Verebnungen rings um die Alpen hinein, den man im letzten Jahrzehnt kennen gelernt hat. Aus der Nachbarschaft hat *H. Reck* im Anschluss an *A. Penck* u. a. im oberen Donaugebiet 1912 eine ähnliche Entwicklung, wie wir sie fanden, wahrscheinlich gemacht; immerhin bedürfen seine mit regionalen Arbeitsmethoden gewonnenen Ergebnisse einer Nachprüfung im Einzelnen.[7]) Für den nördlichen Hegau habe ich 1914 auf Grund von Exkursionen und Kartenstudien ausgeführt,[8]) dass dort die Jurahochfläche ebenfalls obermiocän, nämlich „postbasaltisch" — um einen in Mitteldeutschland bequemen

---

[7]) *H. Reck.* Die morphologische Entwicklung d. südd. Schichtstufenlandschaft usw. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 64. 1912. 81.

[8]) *G. Braun.* Deutschland. Berlin 1916. I. 265.

Ausdruck zu gebrauchen — sei. Für den Plateaujura der Westschweiz und den anschliessenden französischen Jura ist die Frage des Alters der dort vorhandenen Rumpffläche noch nicht spruchreif. Immerhin ist nach *F. Machatschek's,*[9]) *A. Gutzwiller's*[10]) und meinen hier niedergelegten Studien die ältere *Brückner*'sche Auffassung[11]) von einer über die Rumpffläche hinweg von den Alpen her direkt in den Sundgau hinein erfolgten Entwässerung, die zu ihrer Zeit so fruchtbar war, nicht mehr aufrecht zu erhalten.

Ich kann den interessanten und wichtigen Fragen der Verbreitung obermiocäner Rumpfflächen hier nicht weiter nachgehen. Es sei nur noch auf die von mir im Appennin nachgewiesene[12]) — und damals ,,postmiocän" genannte — Fastebene hingedeutet, um die weite Verbreitung des Phänomens zu zeigen.

Bemerkungen zu den Tafeln.

1. *Rekonstruktion der Uroberflächen.*

Der Versuch, die Strukturkarte zum grossen Teil verschwundener Oberflächen zu rekonstruieren, um aus ihr die heutigen Formen abzuleiten und um dadurch die im Text gegebene Entwicklung und darauf gegründete erklärende Beschreibung der vorliegenden Landschaft zu prüfen, ist wohl der erste seiner Art. Er konnte nur in einem Gebiet unternommen werden, in dem so gute — wenn auch keineswegs schon vollkommene — stratigraphische und tektonische Grundlagen vorliegen wie im Tafeljura. Dieselben sind im Text mehrfach erwähnt worden, ich brauche sie daher nicht noch einmal zusammenzustellen. Es geht zugleich aus dem Text hervor, dass sie für verschiedene Teile des Gebietes noch sehr ungleich vorhanden sind, wonach also auch die Sicherheit der Rekonstruktion verschieden ist. Jedenfalls wurde das gesamte mir vorliegende Profilmaterial benutzt und durch neue Konstruktionen in umfassender Weise erweitert.

---

9) Zuletzt in Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1916. 615 f.

10) *A. Gutzwiller.* Die Gliederung d. diluv. Schotter in der Umgeb. von Basel. Verh. Naturforsch. Ges. Basel 23. 1912.

11) *Ed. Brückner* in Penck-Brückner. Alpen im Eiszeitalter. S. 476 f. 1903.

12) *G. Braun.* Beitr. z. Morphologie d. nördl. Appenin. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1907. — Ich halte meine Beobachtungen und deren Deutung dort vollkommen aufrecht gegenüber der Anschauung von *A. Hettner* in Geograph. Zeitschr. 1913. 194 — es liegen im *heutigen* Appenin ja in der Tat mehrfach *aus der postmiozänen Fastebene herausgeschälte* Landterrassen vor, sie sind aber von dieser zu unterscheiden — und *Al. Supan* in Phys. Erdkunde 6. Aufl. 728, dessen Bemerkung schon *F. Machatschek* (a. a. O. S. 677 Anm. 1) als nicht zutreffend zurückweist.

Formations- und Mächtigkeitstabelle.

Formation			Horizont	Morphol. Wert	Westhälfte des Gebietes Nordwestlicher (rauracischer) Faziesbezirk	Osthälfte des Gebietes Oestlicher (argovischer) Faziesbezirk	Parallelisierung mit den schwäbischen Zonen n. C. Regelmann
Diluvium			Deckenschotter				
Tertiär	Miocän	Tortonien	Helicitenmergel Juranagelfluh				
Tertiär	Miocän	Helvétien	Muschelagglomerat				
		Lücke					
Jura	Malm	Rauracien	Oxfordkalk	h h	40 m	Geissberg-Sch. 30 m h. h. Effinger und Birmensdorfer Schicht. 100 m. w.	W Beta W Alpha
Jura	Malm	Divésien	Oxfordmergel	w mit h Bänken	75 m		
Jura	Dogger	Callovien	Macrocephalus-Sch. Varians-Schichten		30 m	22 m	Br Zeta
Jura	Dogger	Bathonien	Hauptrogenstein	h h	70 m	80 m nur z. T. h. h.	Br Epsilon
Jura	Dogger	Bajocien	Blagdeni-Schichten Humphriesi-Sch. Sauzei-Schichten Sowerbyi-Schichten	w mit h Bänken	75 m	55 m	Br Gamma
Jura	Dogger	Aalénien	Murchisonae-Sch. Opalinus-Schichten	w w	60 m	90 m	Br Alpha Beta
Jura	Lias			w	25 m	30 m	
Trias	Keuper		Bunte Mergel Schilfsandstein Gipskeuper Lettenkohle	w mit h Bänken	75 m	125 m	
Trias	Muschelkalk		Trigonodus-Dolomit	w	25 m	20 m	
Trias	Muschelkalk		Hauptmuschelkalk	h h	45 m	40 m	
Trias	Muschelkalk		Anhydritgruppe	w	50–100 m	50—100 m	
Trias	Muschelkalk		Wellenkalk	h	45 m	40 m	
Trias	Buntsandstein Rotliegendes			w	bis über 300 m		

Die Tabelle lehnt sich an die von *C. Schmidt* im Livret-Guide géologique des 6. Internation. Geologen-Kongresses 1894 an (s. S. 36 und 42), sowie *A. Tobler:* Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel. Basel 1905; ferner *A. Buxtorf:* Beitrag zur Kenntnis der Sedimente des Basler Tafeljura. Diss. Basel, 1901; *S. von Bubnoff:* Normalprofil am Dinkelberg. Jahresb. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N. F. II. 2, 1912, Fig. I.

Der starke Fazieswechsel innerhalb des Gebietes, der sich vornehmlich im Rauracien, sowie im Bathonien fühlbar macht, erschwert eine solche zusammenfassende Übersicht. Demnach wurde hier weniger auf genaueste Stratigraphie als vielmehr auf den morphologischen Charakter ganzer Komplexe Wert gelegt.

Bei der Rekonstruktion wurde in folgender Weise vorgegangen: aus den im Text niedergelegten Untersuchungen ging hervor, dass die Rumpffläche im Schwarzwald über 700 m, im südlichen Tafeljura 600 m hoch liege, dass sie hier aber 100 m mächtige Aufschüttungen abschnitt. Es hätte keinen Wert gehabt, diese hier darzustellen, da sie — für die epigenetische Anlage eines Teiles des Gewässernetzes gewiss von Bedeutung — doch im Ganzen für die heutigen Formen hinter der Struktur der unter ihnen begrabenen Oberfläche an Wert zurücktreten. Somit stellt die Rekonstruktion im nördlichen Teil die obermiocäne, im südlichen aber die vindobonische Fläche in ihrem Bau dar, während die Isohypsen ganz die der obermiocänen Fläche sind. Wo die Aufschüttungen im Norden begannen, wissen wir nicht. Nördlich der Ergolz trägt noch die Lucheren eine 60 m mächtige Nagelfluhkappe.

Jedenfalls lassen sich zwei Stromgebiete unterscheiden: ein westliches, dessen Ablagerungen die Frenkenplateaus verschütteten und ein östliches, das in die Bözberggegend strömte. Dazwischen lag höheres nicht verschüttet gewesenes Land. Dieser Zustand wurde durch den Zug der Isohypsen anzudeuten versucht.

Nach vorläufiger Isohypsenkonstruktion wurde in die Profile die obermiocäne resp. vindobonische Oberfläche in entsprechender Höhenlage eingetragen und dann der geologische Bau unter genauester Beachtung der Mächtigkeiten und Fazies nach oben bis die neue Profillinie ergänzt. Der Auslaugung der Anhydritformation wurde, wo es nötig war, Rechnung getragen. Die Arbeit war leicht und das Ergebnis gut, wo gute geologische Profile vorlagen, sie wurde schwierig und unbefriedigend, wo diese Grundlage versagte. Das ist vornehmlich in der Rheintalzone, im Dinkelberg und im Gebiet von Blatt Liestal der Fall gewesen, wo daher auch die vorliegende Rekonstruktion die ungenauesten Teile aufweist.

Zum Schluss wurde aus den Profilen wieder die Karte zusammengesetzt, wobei mancherlei Schwierigkeiten räumlicher Vorstellungen und missverstandener Tektonik zu überwinden waren. Als noch nicht darstellbar erwiesen sich die Zeininger Flexurzone und das Gebiet junger Faltung östlich Basel. Nachdem die Strukturen in der Karte festgelegt waren, wurden die definitiven Isohypsen entworfen unter Anwendung der Methoden vergleichender Morphologie und steter Berücksichtigung des Verhaltens der Gesteine in der heutigen Oberfläche. Der geringe Abstand musste gewählt werden, um überhaupt Isohypsen auf das Vorland des Schwarzwaldes zu bringen.

Bei der Profilkonstruktion und dem Ausarbeiten der Karte unterstützte mich mit viel morphologischem Verständnis und grossem Fleiss Herr cand. phil. H. Kugler. Die Reinzeichnung führte Herr

cand. phil. P. Haberbosch aus. Beiden Herren sei hier für ihre Mitarbeit bestens gedankt.

Der Zweck der Karte ist eine Nachprüfung des Textes zu ermöglichen. An Hand beliebiger Profile lassen sich aus ihr die heutigen Oberflächenformen — bei bestimmter Annahme über die Lage der Erosionsbasis — leicht entwickeln. Um die einigermassen zutreffende Entnahme der Lagerung zu ermöglichen, wurden Fallzeichen eingefügt. Immerhin wird derjenige, der ernsthafte Prüfungen vornehmen und Studien dieser Richtung treiben will, gut tun, jeweils die vorhandenen Spezialprofile der im Text genannten Arbeiten heranzuziehen. Für häufigeren Gebrauch auf Exkursionen empfiehlt es sich, die Signaturen mit Buntstift oder Tusche farbig zu unterscheiden. Ich hoffe, dass aus eingehenderer weiterer Durchforschung des Gebietes dieses Entwurfes einmal eine zuverlässigere Rekonstruktion hervorgehen möge.

2. *Flächengliederungskarte.*

Die Isohypsen der Flächengliederungskarte beruhen 1. auf der Exkursionskarte von Basel und Umgebung 1 : 100 000 Basel, Verlag Helbing und Lichtenhahn, 2. auf einer Isohypsenkarte des Tafeljura, die *A. Menzi* in der Geographischen Anstalt der Universität Basel auf Grundlage der Exkursionskarte unter genauem Vergleich mit den Blättern des Siegfriedatlas zeichnete, 3. auf einer Isohypsenkarte des Aargauer Jura, die *P. Vosseler* in der Anstalt nach den Blättern des Siegfriedatlas konstruierte, 4. auf Ergänzung dieses Materials nach Nordosten nach eigenen Konstruktionen auf Grund der Höhenschichtenkarte von Baden 1 : 25 000. Angesichts der Verschiedenartigkeit dieser Grundlagen sind kleine Fehler in der Führung der Linien unvermeidlich gewesen, dieselben sind durch die Reduktion verringert und beeinträchtigen jedenfalls den Zweck der Karte nicht, ein naturgetreues Bild der Formen des Tafeljura zu geben.

Die Eintragung der verschiedenen Flächen geschah nach dem Siegfriedatlas und den badischen Messtischblättern auf dem Umweg über einen Überdruck Aarau der Dufourkarte. Da die Isohypsen ja die Formen geben, konnte die Gliederung der Flächen eine ganz einfache sein und auf jede erklärende Bezeichnung (Schichtstufe, Tafelberg oder dgl.) ganz verzichtet werden. Für den Gebrauch empfiehlt sich auch hier ein farbiges Anlegen und zwar der Höhenschichten.

Geographisches Institut der Universität Basel den 5. März 1917.

Die Sternkarten des Johannes Honterus Coronensis.

Mit zwei Tafeln (V und VI).

Von

M. Knapp.

Im Jahre 1911 wurde ich von dem an unserer Universitäts-Bibliothek unermüdlich forschenden und alte Schätze ans Tageslicht hebenden Kunstgelehrten, Herrn *Hans Koegler-Bachofen,* auf die beiden Sternkarten aufmerksam gemacht, die in alten Basler Drucken des Almagest sich finden. Eine erste flüchtige Orientierung zeigte damals neben ihrer Verwandtschaft mit den Sternkarten *Dürers*, dass diese beiden bescheideneren Stücke bisher nicht beachtet waren; eine gründlichere Durchsicht der Literatur hat dies bestätigt. Koegler, dem es gelang, den Autor der Karten in *Johann Honter von Kronstadt* nachzuweisen, hat seine Bemerkungen über die beiden Blätter in einem kurzen Aufsatze des Sonntagsblattes der Basler Nachrichten (vom 7. Mai 1911) festgelegt, und so für sich die Priorität des Fundes und des Nachweises des Autors gesichert. Die nachfolgenden Untersuchungen der Blätter lehnen sich naturgemäss an diese Vorarbeit an.

Über *Johann Honter,* den Reformator des siebenbürgischen Sachsenlandes, den „Apostel Ungarns", wie ihn *Luther* nannte, sind unsere Kenntnisse sehr bescheiden. Trotzdem sein Leben und Werk mehrmals behandelt worden ist, sind die Aufschlüsse über ihn gering. Im Auftrage des Ausschusses zur Errichtung des Honterus-Denkmals in Kronstadt hat Dr. *Oskar Netoliczka,* 1898, ein Werk über ihn, betitelt Johannes Honterus' ausgewählte Schriften (1) veröffentlicht, das das meiste Material zusammenfasst. Darnach ist Honter 1498 im siebenbürgischen Kronstadt als Sohn einer begüterten und angesehenen Familie geboren. Über Schul- und Lehrjahre versagen die Quellen ganz;[1]) wir finden ihn als Herausgeber einer lateinischen

---

[1]) Nach persönlichen Mitteilungen, die uns im Auftrage von Herrn *Prof. R. von Kövesligethy* Herr *Dr. Joseph Wodetzky* zukommen liess, findet sich in *Szinnyei J.*: Magyar Irók Bd. 4. pg. 1053 ff. folgendes über Honter (übersetzt): »*Honter* (Honterus), Sohn des Gerbermeisters Georg Gras und der Dorothea

Grammatik 1530 in Krakau. Im selben Jahre erschienen ebendort seine Rudimenta cosmographica, ein kurzer Abriss in Prosa (dem später eine poetische Fassung folgte), über Himmels- und Erdbeschreibung, der mehrmals aufgelegt wurde. Unter diesen Auflagen sind drei in Basel gedruckt, die von 1534 in Verbindung mit einer Ausgabe des Dionysius Apher, die von 1561 und 1585 in Verbindung mit Proclus spaera. Schon sie weisen auf einen Aufenthalt in Basel hin, der mehrfache Bestätigung findet. Die grosse in Holzschnitt hergestellte Karte von Siebenbürgen, die Corographia Transylvaniae, in einem einzigen Exemplare im Nationalmuseum in Budapest erhalten, bei Netoliczka reproduziert, ist Basileae anno M.D.XXXII. signiert; auch Honters Freund Verantius erwähnt in einem Briefe Basel als Druckort. Im Album Oltardianum, der Chronik des 1660 verstorbenen Stadtpfarrers *Andreas Oltard* von Hermannstadt findet sich der Passus: „Magister Johann Honterus ist zu Haus von Basel kommen 1533 und weil er ettliche Schriftgiesser und Buchdruckergesellen mit sich in comitatu bracht, als hat er, weil er sehr reich, in diesem Jahr 1533 und folgendem 1534 ihm eine eigene Typografia mit denselben propriis sumptibus anrichten und allerhand schöne opuscula drucken lassen.“ Hiezu kann Koegler ergänzen, dass der Basler Arzt *Albanus Torinus* in dem Vorwort zu der durch Henricpetri in Basel 1534 gedruckten Ausgabe von Honters kleiner Cosmographie ihn „Honterus meus“ nennt, ein Ausdruck, der auf persönliche Bekanntschaft schliessen lässt. Weitere Bestätigungen von Honters Aufenthalt in Basel scheinen mir in folgendem zu liegen, dass *Christoff Iselin* in seinem Lexikon von Honter sagt: „studirte zu Basel, als die Protestirende lehre sich hervor that.“ Auch die Beziehungen zu *Sebastian Münster,* dem Basler Hebraisten und Kosmographen, bestätigen dies. Netoliczka berichtet schon über einen Brief Honters, angeblich an Münster. *Viktor Hantzsch* in: Seb. Münsters Leben, Werk, Wissenschaftliche Bedeutung (2) urteilt über Münsters Karte CXXIX der Cosmographiae universalis (Lib. VI Basileae 1550), Polen und seine Nebenländer darstellend: „Münster hat sie ohne wesentliche Änderung aus Tafel 8 der Rudimenta cosmographica des Siebenbürgischen Geographen Johannes Honter entlehnt.“ (Ähnlich über Karte CXXXI.) Endlich findet sich nach *August Wolkenhauer:* Sebastian Münsters handschriftliches Kollegienbuch aus den Jahren 1515—1518 und seine Karten (3) auf Seite 52, handelnd über 2 Kopien Münsters nach Waldseemüllers

---

Honnes, geb. zu Brassó (Kronstadt) 1498; begab sich um 1515 nach Wien, 1530 nach Krakau, dann nach Basel, von wo er im Sommer 1533 in sein Vaterland zurückkehrte.«

Weltkarte von 1507, der handschriftliche Eintrag: „Coroma, Hic habitat presbyter Johannes." Auch dies scheint mir auf persönliche Bekanntschaft gedeutet werden zu dürfen.

Stehen so die Beziehungen Honters zu Basel für 1532 ausser Zweifel, so ist es mit ebensolcher Sicherheit Koegler gelungen, die in Frage stehenden Sternkarten Honter zuzuweisen, die zudem wieder nach Basel als Ort der Herstellung führen.

Auf Honters 1532 in Basel erschienener Landkarte von Siebenbürgen steht auf hübsch geschwungener Bandrolle in der Nähe von Kronstadt (Corona Transylvaniae), der Heimat Honters, sein abgekürzter Namenszug J. H. C.: zu lesen Johannes Honterus Coronensis. Ebendieselbe Bandrolle mit den gleichen Buchstaben J. H. C. findet sich nun auf der Sternkarte des südlichen Himmels in unmittelbarer Nähe der südlichen Krone, der Corona meridionalis, also mit demselben Wortspiele. Auf der Karte des nördlichen Himmels steht auf ähnlicher Bandrolle die Jahreszahl 1532. Die Sternkarten selbst finden sich in den beiden lateinischen Ausgaben des Ptolemäischen Almagest, die 1451 von *Hieronymus Gemusaeus* (4) und 1551 von *Erasmus Osvaldus Schrekhenfuchsius* (5), beides Schüler von *Sebastian Münster,* in Basel herausgegeben worden sind. Mit beiden Ausgaben hat die Karte zunächst nichts zu tun, als dass der Drucker Henricpetri sie alle herausgegeben hat. Herr Koegler konnte hier erklärend nachweisen, dass die Karten gar nicht zu den Almagesten, in denen sie sich heute finden, gehören, sondern zu einer Aratus-Übersetzung, die 1535 bei Henricpetri in Basel gedruckt wurde (6). Über diese berichtet *Conrad Gessner* in seiner Bibliotheca universalis (7) (pag. 426): „Joannis Honteri Coronensis de Cosmographiae rudimentis libri duo: impressi Ba / sileae apud Henricum Petrum, 1534. in 4. chartis 5. cum Dionysij Afri uersionē. / etc.

Tabulae duae in Aratum Solensem (cum eiusdem uersione impressae Basileae, 1535.) quibus circuli coelestes, & omnes syderum imagines ob oculos ponuntur. / etc.

Das Verhältnis ist also nach Koegler nun folgendes: „Diese Aratus-Übersetzung, die 1535 bei Henricpetri in Basel gedruckt wurde, ist ein kleines Oktavbändchen, dem die doppelfolio grossen Sternkarten Honters wohl niemals beigebunden waren. Die mit der Jahreszahl 1532 versehenen Sternkarten wurden von Honterus in Basel zu einer (eigenen?) Aratus-Übersetzung hergestellt, vermutlich im Auftrag des Basler Buchdruckers Henricpetri. Die Übersetzung selbst druckte Henricpetri erst 1535 in Oktavform, die Karten wurden wohl gleichzeitig verkauft, aber jedenfalls räumlich getrennt von dem Büchlein, so dass nicht nur der Zusammenhang beider Teile in Vergessenheit geriet, sondern auch die losen Karten verloren gingen,

von denen wir heute kaum mehr Exemplare übrig hätten, wenn nicht die Holzstöcke in Basel geblieben wären und der Drucker Henricpetri sie noch später verwendet hätte, indem er Abzüge davon auch seinen Folioausgaben der Gesamtwerke des Claudius Ptolemäus (ohne die Geographie) 1541 und 1551 beim siebten Buch von Ptolemäus Almagest einheften liess, wo sie bei der Beschreibung des Fixsternhimmels auch wohl angebracht waren. Ohne die Buchstaben J. H. C. auf der Bandrolle der einen Sternkarte wäre Honters Urheberschaft wohl immer vergessen geblieben, denn auch derjenige, der Gessners Notiz gekannt hätte, konnte die Karten nicht leicht finden, weil sie nicht im Aratus, sondern nur im späteren Ptolemäus vorkommen.“ So hat sowohl die Geschichte der Astronomie als auch die Spezialforschung über Honterus bisher von Honters Sternkarten keine Kenntnis genommen. „Auch der wissenschaftlich so genaue Gesamtkatalog der Bibliothek des Britischen Museums beschreibt anlässlich der Ptolemäus-Ausgabe von 1541 die Sternkarten ohne Vermutung über deren Autor.“

Über die künstlerische Leistung an den Karten hat Koegler schon sein Urteil abgegeben dahingehend, dass die Figuren wenig ansprechend sind. „Gegenüber den Dürer'schen Vorbildern müsste man sie roh nennen, wenn sie von einem berufsmässigen Zeichner sollten hergestellt sein. Anders müsste freilich die Beurteilung ausfallen, wenn man annehmen könnte, dass sie von einem Dilettanten gezeichnet wurden; dann würden die zum Teil ganz freien Abweichungen von Dürer doch für ein ziemlich zeichnerisches Geschick sprechen. Honters Sternkarten sind in Basel in einem Jahre entstanden, in dem durch die mehrjährige Anwesenheit des aus England zurückgekehrten Holbein der gesamte Basler Holzschnitt einen ganz sichtlichen Aufschwung gegenüber den letztverflossenen Jahren genommen hatte und nur gute Arbeiten aufweist. Mit solchen Basler Arbeiten haben die Honter'schen Sternkarten gar keine Stilgemeinschaft; anderseits stimmen sie auffallend gut mit der Zeichnung von Honters Siebenbürger Karte (aus dem gleichen Jahre) und überhaupt mit dem Stil des Buchschmuckes überein, den Honter in seiner bald nachher gegründeten Druckerei in Kronstadt verwendet.“ Ob nun Honter eine künstlerische Kraft extra für seinen Buchschmuck sich von Basel mitgenommen hat oder ob „die zeichnende Hand, die ihm von Basel nach Kronstadt folgte, seine höchst eigene Hand war,“ erscheint um so weniger fraglich, als Honter selbst in einem Briefe an Verantius ziemlich deutlich sagt, dass er die Holzschnitte für die Karten seiner späteren, in Versen verfassten Cosmographie selbst ausgeführt habe, was auch mit anderer Überlieferung übereinstimmt. Koegler hält es darum für wahrscheinlich, dass

Honter auch bei den Sternkarten das an und für sich nicht hohe künstlerische Verdienst nebst dem wissenschaftlichen zukomme. „Für einen Mann, der kirchlicher Reformator, Schulgründer, Grammatiker, Geograph, etwas Jurist und kundig in der Astronomie war, zudem auch praktischer Buchdrucker, ergibt das doch eine Vielseitigkeit, die, wie seine Verehrer mit Recht sagen, auch im Zeitalter des Humanismus etwas ungewöhnlich war."[2])

Soweit die künstlerische und historische Beurteilung der beiden Karten. Es bleibt uns übrig, kurz auf deren astronomischen Inhalt einzugehen.

Dass Honters Sternkarten des nördlichen und südlichen Himmels, Imagines Constellationum Borealium et Australium, sich direkt an die Dürer'schen Karten (8) Imagines coeli Meridionales und Imagines coeli septentrionales cum duodecim imaginibus zodiaci anlehnen, erscheint auf den ersten Blick klar. Beidemale sind die Ekliptikpole Zentrum, beidemale ist die Zeichenebene parallel zur Ekliptik, die den äussersten Begrenzungskreis bildet, in allen vier Blättern. Die Karten stellen also genau nicht Nord- und Südhimmel dar, sondern den Sternhimmel nördlich und südlich der Ekliptik. Beide Künstler verwenden die stereographische Projektion, die schon Ptolemäus im Almagest gelehrt hat. Beide Werke benützen als Ausgang der Längenzählung (0 Grad des Aries) einen Breitenkreis, der durch das Auge des Widders gezogen ist. Was zu dieser Einteilung führte, ist mir gerade so wenig ersichtlich, wie dem Bearbeiter der Dürer'schen Sternkarten, Prof. *Edmund Weiss,* dem langjährigen Direktor der Wiener Sternwarte. Er sagt darüber (9): „Als Ausgangspunkt der Längenzählung ist eigentümlicher Weise weder der Frühlingsnachtgleichenpunkt des Ptolemäus, noch auch jener der damaligen Zeit" (die Karte stammt aus dem Jahre 1512) „angenommen, sondern ein Breitenkreis, welcher den von den heutigen Astrognosten zur zweiten, von den älteren aber zur dritten Grösse gerechneten, im Kopfe des Widders stehenden hellsten Stern dieses Sternbildes streift. Dieser von den Arabern Elnath benannte Stern wird übrigens von Ptolemäus schon als ausserhalb des Bildes stehend *(ἀμόρφωτος)* angegeben und demgemäss von Dürer in den freien Raum zwischen den Kopf und das rechte Horn gesetzt. Infolge dieser Annahme, welche eine Verkleinerung aller Längen des Ptolemäus um 10^0, 15' bedingte, sind auch die auf der Ekliptik abgelesenen Sternkoordinaten strenggenommen keine Längen, wenigstens keine für eine nahe gelegene Epoche geltenden. Denn will man sie als Längen im gewöhnlichen Sinne des Wortes auffassen, so geben die Karten ein Bild des Himmels, wie er

[2]) *Netoliczka:* pag. II.

sich vier bis fünf Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung darstellte. Es verdient übrigens noch bemerkt zu werden, dass höchst wahrscheinlich nach dem Vorbilde dieser Himmelskarten eine Reihe von späteren Kartenwerken die Längen ebenfalls von dem durch Elnath gehenden Breitenkreise an zählt, wobei die Figur des Widders zuweilen auch so gezeichnet wird, dass der eben genannte Stern sein Auge bildet.“ Soweit Weiss; unsere Honteruskarte (Nordhimmel) setzt den Stern Elnath (α Arietis) auch zwischen Kopf und Horn des Widders, der erste Breitenkreis geht aber nicht durch diesen Stern, sondern sicher zwei bis drei Grad westlich davon durch den äusseren Augenwinkel des Widders; bei Dürer ist es der innere.

Gehen wir die Zeichnung der Sternbilder im Einzelnen durch und die Astrothesie der Karten, so sehen wir auf Schritt und Tritt Honter in fast peinlicher Abhängigkeit von den Dürer'schen Vorbildern. Beide wieder benützen nur die 48 Sternbilder des Almagest (Buch 7 und 8) und in der Hauptsache die Stellungen, die dort den Figuren vorgeschrieben sind als Grundlage. War dieses Fundament für die damalige Zeit eigentlich selbstverständlich, so sind doch sicher die Dürer'schen Karten Honter nicht unbekannt gewesen. Da Weiss über die Dürer'schen Karten nachweisen kann, dass der Hofmathematicus Maximilians I., *Johann Stabius*, der Konstruktor des Gradnetzes, *Konrad Heinfogel* der Einzeichner der 1022 Sternpositionen war, und *Albrecht Dürer* der Künstler, der die Figuren rahmte, da ferner „diese Sternkarten, soweit mir bekannt, überhaupt die ersten Sternkarten sind, die je erschienen“[3]), so ist das Vorbild von 1512, dem Herstellungsjahre, resp. 1515, dem Erscheinungsjahre, für den 1532 zeichnenden Honter an sich sehr wahrscheinlich bei der Berühmtheit der Wiener astronomischen Schule seit *Purbach*. Auch die Gestaltungskraft eines Vorbildes wie Dürer, wagte Honter nicht zu übertreffen. So sehen wir die Abhängigkeit in fast allen Einzelzügen ständig.

Aber auch der Unterschiede sind viele da, die von selbständiger Arbeit zeugen. Schon Honters Einteilung der Ekliptik, gleichmässig durch alle 12 Tierkreiszeichen in Schwarz-Weiss durchgeführt, während Dürer nur Aries, Leo und Sagittarius, ohne ersichtlichen Grund in Dreiteilung des Himmels, so auszeichnet, die übrigen nur strichelt, ist konsequenter. Dann zeichnet Honter neben Breitenkreisen und Ekliptik auch die Himmelspole, die beiden Polarkreise,

---

3) Vgl. hiezu die neuerdings von *Thiele*: (10) (pag. 164–169), von *Boll*: (12) und Sitzungsberichte der Münchner Akademie. 1899. pag. 110 ff., von *Usener*: Monumenta Germaniae Historica, Chronica minora III. pag. 355 ff. u. A. m. nachgewiesenen alten handschriftlichen Planisphären, die bald eine lückenlose Reihe von *Hipparch* weg bis zur Renaissance darstellen.

die beiden Wendekreise und den Äquator (alle als konzentrische Kreise!) ein, die bei Dürer fehlen. Dass Honter die nackten Figuren Dürers, mit Ausnahme von Andromeda, Wassermann und den Zwillingen, alle bekleidet, sei nebenbei bemerkt. Wenn Dürer wie Honter die Jungfrau in wallendem Gewande darstellen, entspricht dies nur der alten Tradition; spricht doch schon Ptolemäus von den Sternen in der „Schleppe". (Ausg. Manitius.)

Ein wesentlicher Unterschied aber besteht in der Ansicht aller Figuren. Dürers Sternbildfiguren kehren dem Beschauer den Rücken zu, die Honters aber die Vorderseite. Dies entspricht der ganzen Anordnung. Dürers Tierkreisbilder[4]) und seine Längenzählung schreiten im Kreise entgegengesetzt der Uhrzeiger-Bewegung, Honters im Sinne derselben fort. Beide Zeichnungen der Sternpositionen entsprechen sich also spiegelbildlich. Das kommt von der verschiedenen Anschauung her. Im Almagest wird von Ptolemäus (Buch VIII, Kap. 3) das Rezept zur Herstellung eines Sternglobus gegeben, einer Kugel, auf die die Sternbilder von aussen aufgetragen wurden (vergl. den Globus des *Hipparch* bei Thiele) (10). Die octava sphära, auf der die Fixsterne vorgestellt wurden, wird also dabei von aussen gesehen, während die Erde im Innern der Kugel gedacht ist, als deren Zentrum. Die Sternbildfiguren sehen darum nach innen, nach der Erde hin, bieten dem aussen stehenden den Rücken, wenngleich Dürer mit Geschick ihre Gestalten so wendet, dass die Gesichter doch meist in Profilstellung dabei kommen. Das hatte Honter nicht mehr nötig. Seine Sternkarten entsprechen dem Anblicke des Himmels, wie er von der Erde aus, also vom Innern der Kugel gesehen wird. Die Figuren zeigen ihre Vorderseite, sie kehren ihre ganze Gestalt nach der Erde hin; die Konstellationen sind also nicht Spiegelbilder des Himmelsanblickes, sondern direkte Bilder.

Macht dies für die in Rück- oder Frontansicht gegebenen Sternbilder keinen Unterschied im Detail der Stellung aus (rechts bleibt rechts), so entsteht doch der Konflikt bei den von beiden in Seitenansicht dargestellten Figuren, wie Bär, Löwe etc. Nach Ptolemäus muss im grossen Bären der rechte Vorderfuss gebogen und gehoben vorangehen, der linke nachfolgende Vorderfuss aufgestellt, ihn aber überschneiden. Das war im Spiegelbild der Sternpositionen für die Figurenzeichnung nicht zu lösen. Bei Honter schreitet darum der linke Vorderfuss erhoben voran, der rechte überschneidet ihn. Damit kommt aber Honter in Konflikt mit den Ptolemäischen Vorschriften, namentlich dort, wo Sternpositionen gerade auf die Überschneidungspartien einzuzeichnen waren. So sind weiter rechts und links ver-

---

4) Nordhimmel.

tauscht gegenüber Dürer und Ptolemäus bei des Stieres Protome die Hörner und Vorderfüsse, bei den Zwillingen Arme und Beine, beim Löwen die Füsse, die Hörner und Füsse beim Ziegenfisch, die Füsse bei dem grossen und kleinen Hund, die Flügel beim Corvus, bei letzterem ohne besondere Angaben im Almagest. Halb vertauscht sind grosser Bär, Vorderfüsse vertauscht, Hinterfüsse nach Vorschrift, ähnlich der Schütz als Centauer, wo Vorder- und Hinterbeine vertauscht, die Bogen spannenden Arme aber vorschriftsgemäss dargestellt sind. Desgleichen beim Hasen sind Vorderbeine richtig, Ohren und Hinterbeine in Vertauschung gegeben. Richtig nach Ptolemäi Rezept sind Bootes, Hercules, Perseus, Auriga, Ophiuchus, Andromeda, Virgo, Aquarius, Centauer und Orion. In gleicher Ansicht, wie bei Dürer, also von oben gesehen, erscheinen der Schwan und der Adler, natürlich deshalb ohne Vertauschung von rechts-links. Hier ist also Honter in der Wiedergabe des Himmelsanblickes nicht konsequent; denn einzig diese Vögel, die doch auch in Natura vom Menschen im Fluge von unten gesehen werden, nun an der Sternsphäre von oben zu zeichnen, ist ohne Sinn, ist aber ein Argument mehr für die direkte Abhängigkeit vom Dürer'schen Vorbilde. Spätere Darsteller der Himmelssphäre von Innen sind hier Honter nicht gefolgt; speziell möchte ich bei dieser Gelegenheit einer alten, namenlosen Darstellung der Sternbilder in Form eines Kartenspieles (K. m. VIII, 12 der Basler Bibliothek), das auch sonst des Originellen viel bietet, Erwähnung tun. Bode (11) gibt den Schwan von unten gesehen, den Adler schräg von links unten, mit merkwürdiger Verdrehung des rechten Flügels etc.[5]) Solche Unstimmigkeiten müssen wir Honter also zugute halten.

Auch andere Unrichtigkeiten und Ungenauigkeiten in der Einzeichnung der 1022 Sternpositionen finden sich gelegentlich. Dass der schon erwähnte erste Breitenkreis am Südhimmel (Honter zeichnet im Gegensatze zu Dürer, die zwölf Tierkreisbilder auch am Südhimmel ein) durch α Arietis und damit durch die Schnauze des Widders führt, am Nordhimmel aber durch das Auge, gehört mit hieher, zeigt uns aber auch zugleich, dass mit etwelchen Versuchen zur Errechnung der Präzession, die den Karten zugrunde gelegt sein könnte, (schon gute Kenntnis derselben bei den arabischen Astronomen, noch mangelhafte bei den Griechen,) oder gar, dass die Trepidation, die damals Mode war, mit könnte hereingezogen werden wie bei Apian, nichts auszurichten ist. Auch *Bode's* Erklärung (11) möchte ich mich nicht anschliessen, da es sich hier nur um ein mehr oder

---

[5]) Ueber die Literatur ähnlicher Vertauschungen von Hipparch an, vgl. u. A. *Baumgartner, Adolf:* Zur Geschichte und Literatur der Griechischen Sternbilder. (Basel, Lendorff 1904.)

weniger genaues Kopieren alter Vorlagen handelt, und der Stammvater der ganzen Reihe, *Bode* vermutet Eudoxus (374 a. Chr.), noch aus dem Detail der Figuren müsste im Einzelnen nachgewiesen werden.

In einem Punkte bedeuten die Sternkarten Honters einen Rückschritt gegenüber dem Dürer'schen Vorbilde. Von den sechs verschiedenen Sterngrössen, die der Ptolemäuskatalog enthält, hat Dürer drei in der Zeichnung veranschaulicht. Die Sterne der ersten Grösse sind durch einen schwarzen Sechsstrahl mit innen weissem Ringlein, die der zweiten und dritten Ordnung (letztere nicht konsequent) durch einen schlichten schwarzen Sechsstrahl dargestellt, die der niedrigeren Ordnungen durch kleine Ringlein. So fein war die Schneidekunst Honters nicht. Er benützt nur zweierlei Zeichen, den schwarzen Sechsstrahl für Sterne erster und zweiter, selten für einige dritter Ordnung, für den Rest aber durchwegs schwarze runde Punkte.

Was die astrognostisch so überaus wichtig gewordenen Beigaben der Einzelfiguren betrifft, so brauche ich dem Eingeweihten über den Wert von deren Ausnützung nicht mehr viel zu sagen; die Forderung Bolls (12) nach einer streng archäologischen Geschichte der Sternbilder, abgeleitet aus der ganzen antiken Literatur, namentlich auch mit Berücksichtigung der bisher fast gänzlich vernachlässigten astrologischen, kann ich von astronomischen Gesichtspunkten aus nur aufs allerlebhafteste unterstützen. Es verspricht eben eine ganz gewaltige Fülle von astronomischen Beobachtungen, chronologisch, astrometrisch und zum Teil sogar astrophysikalisch (Pleias, Sirius etc.) wertvoll, nach den ersten gegebenen Proben aus diesem überreichen Materiale zu quellen; sind es doch zum mindesten eben Beobachtungen, die den astrologischen Aussagen zugrunde liegen, und diese sind zum Teil sicher nicht weniger genau, als die noch bis in die neueste Zeit hinein, z. B. von *Newcomb,* ausgenützten Angaben des Ptolemäus. Die unwissenschaftliche oder scheinwissenschaftliche Schale kann den besten Kern bergen.

Die Abhängigkeit von Dürer zeigt sich bei Honter gerade in diesen Einzelzügen am besten. Bootes ist mit Speer statt mit Keule (Ptolemäus) bewaffnet; Hercules (Engonasin) trägt Keule und Löwenfell nach antikem Vorbilde und tritt mit dem linken Fuss der Schlange auf den Kopf. Die Kassiopeia hat den rechten Arm erhoben, die Linke trägt eine Palme. Perseus ist mit Schwert in der Rechten, dem Medusenhaupt in der Linken und Flügelschuhen ausgestattet. Der Auriga ist Erichthonius bezeichnet; er trägt nur eine Ziege ohne Zicklein an der linken Schulter, das Zaumzeug rechts. Des Schützen Oberkleid ist zum Kopfschmucke geworden, dessen Bänder rückwärts flattern (vergl. *Boll:* Sphära pag. 432). Der Aquarius hält in der Linken statt eines Mantelendes eine Art Hals-

tuch. Orion trägt rechts die vorgeschriebene Keule, links statt dem Fell ein Tuch mit Fransen. Andromeda hat weder Gürtel noch Schleppe, einzig die Kette läuft ihr um den blossen Leib. Der Schwanz des Aries ist verkümmert. Pleias, „Epheublattgruppe", und Coma sind vorschriftsgemäss *ἀμόρφωτοι*. Die Argo mit bewimpeltem Maste und schrägem gerefftem Segel ist *ἡμιφανής*, endigt in Wolke, wie Stier, Pegasus und Equleus; die vorgeschriebenen beiden Steuerruder sind vorhanden, es fehlen aber die kleinen Schildchen am Mastbaume und die Gans. Die wulstartig gewundenen Henkel des Krater sind bei beiden identisch. Der Centauer trägt den Speer statt dem Thyrsus und hat bei Dürer und Honter ein eigentümliches Schildchen vor der Brust, dessen Vorbild ich nicht kenne. Der kleine Hund trägt ein Halsband, der grosse nicht. Die Ara ist bei beiden genau gleich, ohne Brennröhre, nur deutet Honter Hölzer unter dem Feuer an. Die Zackenzahl und Art der beiden Kronen ist beidemale dieselbe; zum Knie des Schützen steht die südliche in keiner Beziehung bei Honter; Dürer zeichnet die Tierkreisbilder nur beim Nordhimmel.

Die Unterschiede von Honter gegen Dürer bestehen meist in Nebendingen, ausser dem Anblick vom Innern der Sphäre und der Bekleidung der Gestalten nach damaliger Tracht. Die Windungen bei Draco, Anguis und Hydra sind ungeschickter gezeichnet. Des Kepheus Tiara wird zur Krone. Der Kassiopeia Thronsessel hat keinen Baldachin. Der Auriga steht, traditionsgemäss; bei Dürer kniet er links. Cancer und Scorpion haben neben den zwei Scheren nur 6 Füsse, statt 8 wie bei Dürer. Der Scorpion hat am Nordhimmel Honters eine Art Fresswerkzeuge, während ihn Dürer kopflos zeichnet; am Südhimmel ist er bei Honter genau gleich dem Dürer'schen. Endlich ist der flügellose Equuleus bei Honter nicht benannt, wohl aber bei Dürer, und für die Tierkreiszeichen verwendet Honter die gebräuchlichen Zeichenabkürzungen, Dürer schreibt die Namen aus. Auch der Orion steht bei Honter mit beiden Füssen auf dem Hasen, entgegen des Ptolemäus Vorschrift; diese hat bei Dürer durch das geforderte Hochstellen des linken Fusses zu einer ganz sonderbar hüpfenden Figur geführt, während seine antiken Vorbilder die Figur ansteigen lassen. Speziell sei auch noch auf den um das (bei Honter rechte, bei Dürer linke) Hinterbein geschlagenen Schwanz des Löwen, den übrigens *Apian* in seinem Astronomicum Caesareum (13) auch genau beibehält, hingewiesen. Alles dies sind keine wesentlichen Änderungen und deuten kaum auf neue Quellen oder Vorbilder hin. Einzig bei Auriga könnte noch ein weiteres Anschauungsmaterial vermutet werden.

Beim Sternbilde der Leier (mit Lyra bei Dürer und Honter benannt, wie übrigens die Benennungen fast durchwegs dieselben sind),

zeichnet Honter ein schlichtes Saiteninstrument von sechs Saiten, statt sieben bis zehn anderer antiker Vorbilder (vergl. Thiele: „Farnese"). Der Astronom der Dürer'schen Karten kannte noch mehr Quellen; er kannte den vultur cadens der Araber (14), den auch unsere berühmte Basler Germanicus-Handschrift (15) zeigt. So sehen wir eine Kombination von Leier und Adler bei Dürer, ebenso, nach ihm, bei Apian und bis in die neueste Zeit hinein (Flamsteed, Bode etc.) (16). Nicht umsonst fügt Dürer als Quellen für seine Karten die Porträts von Ptolemäus, Aratus, Manilius und Al-Sufi in Eckbildern hinzu.

Führen uns diese Details schon tief in die Astrognosie, so weist uns eine andere Abweichung Honters von Dürer zur reinen Quellenforschung des Almagest hin. Schon Weiss hat den in sich gekrümmten Piscis notius des Dürer'schen Südhimmels behandelt und ihn als Druckfehler oder Handschriftfehler im Almagest nachgewiesen. Er sagt darüber: „Der Stern erster Grösse Fomalhaut kommt im Katalog des Ptolemäus zweimal vor: das erste Mal im Wassermann, dem vorletzten Bilde des Tierkreises, als am Ende des Flusses stehend, welcher dem Eimer des Wassermanns entströmt: das zweite Mal als ein Stern im Rachen des Südlichen Fisches. Am letzteren Orte hat jedoch Ptolemäus den Stern bloss angeführt ohne Angabe seiner Position und Grösse (bei *Heiberg* und *Manitius* ist sie beigegeben) (17) „und ohne ihn zu den Sternen dieses Sternbildes zu zählen. Diesen Umstand übersehen einige Abschreiber und Übersetzer und rücken die Positionen aller Sterne dieses Bildes eine Zeile hinauf, indem sie zu Fomalhaut die Position des ersten Sternes, zum ersten die des zweiten u. s. f. bis zum Ende schreiben, wo ihnen jetzt natürlich eine Position fehlte. Aus der Verlegenheit half man sich damit, dass man die beiden letzten Sterne des Ptolemäus in einen zusammenzog." Weiss zeigt dann, dass dieser Fehler sich im ersten (lateinischen) Venediger Druck des Almagest von 1515 (Peter Liechtenstein) (18) findet, der nach der lateinischen Übersetzung aus arabischer Quelle des *Gerhard von Cremona*, des Arztes und Astrologen Friedrich Barbarossas (1175), gedruckt wurde. Die nächste lateinische Venediger-Ausgabe des Almagest von 1528 (19) hat ihn nicht mehr, ebensowenig die beiden Basler lateinischen Ausgaben von Gemusäus (4) und von Schrekhenfuchs (5); natürlich auch nicht die erste griechische Neu-Ausgabe, die 1538 der Basler *Simon Grynäus* (20) besorgte, und die nun für Jahrhunderte die beste Quelle blieb.

Während nun *Apian* noch 1540 den Südlichen Fisch ebenfalls in gekrümmter Form gibt, wohl in direktem Anschluss an Dürers Vorbild, zeigt Honters Darstellung den Fisch in richtiger Gestalt und

Lage, den Mund neben dem Ende des Wasserergusses. Er kannte also den Fehler, benützte somit wohl die zweite Venediger-Ausgabe von 1528 bei seiner Kartenzeichnung bereits. Dass eines der beiden Exemplare des alten ersten, heute überaus seltenen Venediger-Druckes von 1515 der Basler Bibliothek, neben vielem handschriftlichem Eintrage, eine Korrektur gerade an der Stelle jenes Sternes trägt, ist vielleicht, wie überhaupt das ganze Exemplar, bedeutungsvoll; muss doch in Basel als Quelle der griechischen Neu-Ausgabe des Grynäus das von Regiomontan durchgesehene Exemplar nach Kardinal Bessarion's Handschrift, die beste damals mögliche Quelle, gewesen sein. Dies nebenbei. Hier steht also Honter als Verbesserer seines Vorbildes und als Benützer des besten Materiales da.

Ebenso ist seine Zeichnung des kleinen Bären viel richtiger als die Dürers, wo der Stern am äussersten Schwanzende (*α* Ursae minoris), der Polarstern, um 20 Grad zu weit westlich eingetragen wurde (beim 20. Grad des Taurus), und darum das ganze Sternbild verschoben erscheint. Dagegen ist bei Honter die Andromeda zu kurz gekommen, sowohl in Länge als Breite; sie erscheint auf gut zwei Drittel verkürzt. Entsprechend falsch stehen die Sterne in ihr. Es sieht so aus, wie wenn Honter zwischen Pegasus, oberem Fisch, Perseus und Kassiopeia keinen Platz für die Zeichnung gefunden, und so die Sterne nachträglich in die Gliedmassen des verkleinerten Bildes eingesetzt hätte.

Der Verlauf der Milchstrasse ist bei Dürer und Honter nur angedeutet; bei beiden sind dieselben Abweichungen von Ptolemäus da, die aber auf Ungenauigkeit und Unkenntnis des Objektes am Südhimmel auch wohl zum Teil zurückzuführen sind; so wenn die Trennung der Milchstrasse am Südhimmel nicht durchgeführt ist, und der dünnere Streifen der Milchstrasse bei der Trennung am Nordhimmel nur bis zum Schlangenträger, dem Ophiuchus, reicht. Der Pfeil liegt bei beiden nicht vorschriftsgemäss ganz in der Milchstrasse, sondern nur zur Hälfte.

Dass vor allem des Ptolemäus Almagest-Positionen ausschlaggebend bei beiden Zeichnern waren, glaube ich damit sicher nachgewiesen zu haben. In wie weit Aratus hineinspielt, ist viel weniger sicher zu sagen, da eben dort nicht sichere Positionen gegeben werden, nur allgemeinere Wendungen über die Stellungen der Figuren. Sicher ist seine Benützung auch bei beiden, da neben den Namen der lateinischen Almagestquellen auch solche von Aratus verwendet werden, so Deltoton des Aratus für das Triangulum der lateinischen Ptolemäus-Ausgaben.[6]) Die Zuweisung des alten Gessner ist also auch aus der Karte selbst als richtig zu begründen.

---

[6]) Im griechischen Almagest ist es mit *Τριγώνου ἀστερισμὸς* bezeichnet.

Zusammenfassend sind also die Sternkarten des Johannes Honterus Coronensis als selbständige Neuarbeiten auf Grund der damaligen, neu auflebenden Almagest-Quellenforschung, die gerade in Basel im Kreise Sebastian Münsters betrieben wurden, anzusehen, die sich in der Zeichnung dem einzigen leicht zugänglichen Vorbilde, den Stabius-Heinfogel-Dürer'schen Karten anschliessen, aber dies in kritischer Wesie tun. Nach *Martin Behaims* noch im germanischen Museum zu Nürnberg erhaltenen Himmelsglobus von von 1492, nach *Johann Stöfflers* Himmelsglobus von 1493 (ebendort erhalten), erscheint Dürers Darstellung als erster Holzschnitt in die Ebene projiziert, aber noch als Kugel-Aufsicht gedacht. Honters Karten dürfen wir als erste bisher bekannte unseres Wissens ansehen, die den Himmel so geben, wie das Auge ihn sieht, als Innenansicht der Sphäre. Wenn daher *Rudolf Wolf* in seinem Handbuch der Astronomie (21) von *Purbach* bemerkt, dass er „die Kristallsphären der Alten, wenn auch nicht wegliess, doch wenigstens zum Teil aushöhlte, und damit seinen Nachfolgern das Zerschlagen erleichterte", so haben wir in unserem Basler Gaste von 1532, dem Siebenbürger Reformator Honter, einen weiteren Astronomen, den Aushöhler der Fixsternsphäre im reinen Sinne des Wortes, vor uns, der uns zum ersten Male den Sternhimmel so darstellte, wie wir ihn sehen und damit das Studium des Naturobjektes selbst näher rückte, im Vereine mit den Humanisten der Basler Hochschule, die die damals besten Quellen sichteten. Er mag mit seiner nicht zwar künstlerischen, aber doch fleissigen Leistung im Jubeljahre der Basler Naturforschung und der Reformation darum ein bescheidenes Plätzchen finden.

Literatur.

1. *Oskar Netoliczka.* Johannes Honterus' ausgewählte Schriften. Wien und Hermannstadt 1898.
2. *Viktor Hantzsch.* Sebastian Münster, Leben, Werk, wissenschaftliche Bedeutung. Abhandlg. d. kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. phil.-hist. Klasse: Band 18. XLI. Nr. III, pag. 120 ff.
3. *August Wolkenhauer.* Sebastian Münsters handschriftliches Kollegienbuch aus den Jahren 1515—1518 und seine Karten. Abhandlg. d. kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Phil.-hist. Klasse. Neue Folge, Bd. XI, Nr. 3.
4. *Claudii Ptolemaei,* Pelusiensis Alexandrini, omnia, quae extant, opera, Geographia excepta, herausgegeben von *Hieronymus Gemusaeus.* Basileae apud Henricum Petrum. Mense Martio Anno M. D. XLI.
5. *Claudii Ptolemaei,* Pelusiensis Alexandrini omnia quae extant opera, praeter Geographiam, ab *Erasmo Osualdo Schrekhenfuchsio.* Basileae in officina Henrichi Petri. Mense Martio. Anno M.D.LI.
6. *Arati Solensis,* Apparentia, (anonym), Basileae 1535.
Deutsche Übersetzung davon: Des Aratos Sternerscheinungen und Wetterzeichen, übersetzt und erklärt von *Johann Heinrich Voss.* Heidelberg 1824.

7. *Konrad Gessner.* Bibliotheca universalis Tiguri 1545.
8. Z. B. nach *Dürer,* Klassiker der Kunst in Gesamtausgaben. Bd. IV. Stuttgart, Leipzig 1904. Blatt 267 und 268.
9. *Edmund Weiss.* Albrecht Dürers geographische, astronomische und astrologische Tafeln. Jahrbuch der kunsthistorischen Sammlungen des allerhöchsten Kaiserhauses Bd. VII, pag. 207. Wien 1888.
10. *Georg Thiele.* Antike Himmelsbilder, Berlin 1898.
11. *J. E. Bode.* Vorstellung der Gestirne. Berlin und Stralsund 1805.
12. *Franz Boll.* Sphära. Leipzig, Teubner 1903.
13. *Petri Apiani,* Astronomicum Caesareum. Ingolstadt 1540.
14. Vgl. z. B. *L. Ideler:* Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen. Berlin 1809. (pag. 67. 70.)
Buttmann: Ueber die Entstehung der Sternbilder auf der griechischen Sphäre. Abhandlg. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1826. (pag. 24.)
15. Manuskript der Basler Universitätsbibliothek: A. N. IV. 18.
16. *Flamsteed.* Atlas coelestis. London 1753.
17. *Claudii Ptolemaei,* Opera Vol. I. Syntaxis Mathematica, edidit *J. L. Heiberg.* Lipsiae, Teubner 1903.
Des *Claudius Ptolemäus* Handbuch der Astronomie, *Karl Manitius,* Leipzig, Teubner 1912.
18. Almagestum *Cl. Ptolemaei,* Pheludiensis Alexandrini, astronomorum prinzipis. Ductu Petri Liechtenstein Coloniensis Germani, anno Virginei Partus 1515, die 10. Jan. Venetiis ex officina eiusdem litteraria.
19. *Cl. Ptolemaei,* Pheludiensis Alexandrini Almagestum seu magnae constructionis mathematicae opus plane divinum, latina donatum lingua ab *Georgio Trapezuntio* usque quaque doctissimo, per *Lucam Gauricum.* Veneta 1528.
20. *Claudii Ptolemaei,* Magnae Constructionis Lib. XIII. (*Simonis Grynaei* Praefatio). Basileae, apud Joannem Vvalderum, AN. M.D.XXXVIII.
21. *Rudolf Wolf.* Handbuch der Astronomie. Zürich, Schulthess 1890. Bd. I, pag. 18.

Manuskript eingegangen 14. März 1917.

Über Fell- und Kindermasken aus Ceylon.

Von

L. Rütimeyer.

Im folgenden möge kurz über zwei Maskenvorkommnisse aus Ceylon berichtet werden, die anscheinend noch nicht bekannt sind; jedenfalls konnte ich dieselben in einigen der grössten völkerkundlichen Museen in Deutschland, Österreich und Italien trotz speziell darauf gerichteter Nachfrage nicht finden. Auch aus der Literatur scheint darüber nichts vorzuliegen.

Die Fundumstände zunächst der Fellmasken sind kurz folgende. Als wir, die Herren Drs. *F.* und *P. Sarasin* und der Unterzeichnete, auf einer Reise in Ceylon im Januar 1902 in dem im südöstlichen Niederland gelegenen Dorf Lunagalla, unweit des in der Gegend von Nilgala und Bibile gelegenen Weddagebietes, abends einige singhalesische Teufelstänzer, die dort vorzufinden sein sollten, bestellten, kamen drei solcher Tänzer nach eingebrochener Nacht unter Tamtamklang ins Resthaus. Die drei boten einen höchst originellen Anblick: der eine trug eine Teufelsmaske aus Holz mit Stielaugen, einem mit grossen Eberzähnen besetzten Maule, wobei er in wahrhaft scheusslicher Weise mittelst des beweglichen Unterkiefers der Maske die Zähne fletschte; der zweite trug eine Maske aus Affenfell; beide hatten um die Hüfte einen Gürtel von Strauchwerk gebunden und repräsentierten wirkliche Waldteufel. Der dritte war in ein rotes Gewand gekleidet und trug ebenfalls eine Maske aus Affenfell. Die zwei letztgenannten Masken konnten wir nach der Produktion der Tänzer für unser Museum erwerben. Wir zweifelten keinen Augenblick, dass die beiden erstgenannten affenartigen Waldteufel Yaka's, resp. Weddas darstellen sollten. Sie tanzten, besonders der mit der hölzernen Teufelsmaske, ganz rabiat mit klonischen Zuckungen aller Muskeln, sowohl aufrecht und mit rechtwinklig gebogenen Knieen hüpfend und springend. Dabei schlug der letztgenannte Teufelstänzer das Rad, fiel hin, kurz bewegte sich so heftig, dass ihm die Maske abfiel, wobei sein Gesicht mit einem starren, versteinerten Ausdruck hochgradiger Ekstase zum Vorschein kam. Zum Schluss warf

er sein langes Haar abwechselnd über das Gesicht und den Nacken herab und tanzte so mit auf- und abwallender Haarmähne, ähnlich wie wir dies bald später in Nilgala und Bibile beim Tanze wirklicher Weddas sahen. Beim Schlusse des Tanzes konstatierte ich bei ihm einen enormen sicht- und fühlbaren Herzschlag bei einer Pulsfrequenz von 160 Schlägen in der Minute.

Der wilde Tanz, exekutiert unter einem hohen Baum bei Fackelschein und Trommelklang, bot in der sternenklaren Tropennacht ein ungemein eindrucksvolles und phantastisches Bild.

Der Zustand der Ekstase oder der sogenannten Besessenheit, welcher natürlich bei wirklichen, nicht nur bestellten, für die Zuschauer berechneten Teufelstänzen ein ungleich intensiverer ist, als dies hier der Fall war und regelmässig mit Hinfallen im Zustand höchster Erschöpfung endet, dieser Zustand der vollständigen „Besessenheit" ist sowohl bei den Teufelstänzen der Singhalesen wie bei den Tänzen der Weddas, die man als primitive kultische Tänze ansehen darf, der Gipfelpunkt der Zeremonie. Übrigens verliert dabei der von dem zu beschwörenden Dämon „besessene" nach den sorgfältigen Untersuchungen von *Seligmann*[1]) das Bewusstsein nie ganz, immerhin weiss er nicht völlig, was er als Diktat des ihn in Besitz nehmenden Geistes aussagt, heisse dieser ein Yaka oder Ahnengeist wie bei manchen Weddas oder sei er ein Mitglied des unzählbaren Pandämoniums der Singhalesen. Bei Beginn und Ende der Besessenheit sollen die Tanzenden eine Sensation von Nausea und Schwindel empfinden, während sie das Gefühl haben, der Boden schwanke und schwinge unter ihren Füssen.

Im übrigen soll aus der oben skizzierten Szenerie vor allem auf das hier beobachtete Vorkommen von Fellmasken bei dem angeführten Teufelstanze hingewiesen werden, deren Beschreibung und Abbildung hier folgt.

Grünwedel[2]) sagt in seiner Arbeit über die singhalesischen Masken der Teufelstänzer, dass sie durchweg aus Holz geschnitzt und mit bunten Farben bemalt sind. Auch im grossen Kataloge von *Umlauff,*[3]) in welchem eine Kollektion von 348 ceylonesischen Masken abgebildet sind, kommen nur solche aus Holz vor. In der eingehenden Arbeit von *Hildburgh,*[4]) eines englischen Autors, der sich bei langem Aufenthalt in Ceylon durch sehr sorgfältige Studien über

---

[1]) *G. und B. Seligmann*, The Weddas. Cambridge 1911, p. 134.

[2]) *A. Grünwedel*, Sinhalesische Masken. Internat. Archiv für Ethnographie Bd. 6, 1893, p. 71ff.

[3]) Die Ceylon-Sammlung des Museum *Umlauff,* Katalog 113, 1900.

[4]) *L. Hildburgh,* Notes on Sinhalese Magic. Journal of the Royal Anthropological Institute, 1908. p. 148. S. Plate XIII.



die interessanten kultischen und magischen Gebräuche der Singhalesen verdient gemacht hat, finden wir bei Maskenkostümen wohl einzelne mit Fell stark besetzte Masken, wobei aber das Haare und Bart darstellende Fellwerk, wie ich einer freundlichen brieflichen Mitteilung *Hildburgh's* entnehme, ausnahmslos auf Holzmasken befestigt ist. Er fügt ausdrücklich bei, dass er in Ceylon nie etwas gehört oder gesehen habe von Masken, die nur aus Fell verfertigt wären.

Die Teufelstänze und Teufelsmasken spielen bekanntlich gerade in Ceylon eine ausserordentlich grosse Rolle, wie schon der diese Materie aufs genaueste kennende *De Silva Gooneratne*[5]) es ausspricht, wenn er sagt, dass der Glaube an eine unsichtbare Welt böser das tägliche Leben influenzierender Geister nirgends in so gigantischen Proportionen entwickelt sei wie in

[5]) *De Silva Gooneratne*, On Demonology and Witchcraft in Ceylon. Journal of the Ceylon Branch of the Royal Asiatic Soc. 1865—66. Vol. III, p. 1.

Figur 1.

Fig. 1. Flache, ovale Maske aus Affenfell (nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. *Roux* handelt es sich um das Fell von Macacus und Semnopithecus). Die Augen sind gebildet aus zwei kleinen nussgrossen Kugeln aus dunkelgrünem Glas, umgeben von einer kittartigen weissen Masse. Unter diesen künstlichen Augen sind zwei Sehlöcher angebracht. Die obern Augenränder, die Stirnmitte und Nase sind auf dem Fellstücke markiert durch Streifen von rotem Baumwolltuch, ebenso die Lippen. Aus der Oberlippe ragen einige bis 4 cm lange gerade oder hauerförmig gebogene Zähne aus Holz hervor. Am Kinn stellen einige lange Haarsträhne den Bart dar. Auf der Rückseite des Fellstücks eine Schnur zum Tragen der Maske. Länge 34 cm. Breite 24 cm.

Ceylon. Die Dämonen heissen teilweise Yakas, welches auch der buddhistische Name für die ältesten nicht arischen Bewohner Ceylons ist bei der 543 v. Chr. stattfindenden Einwanderung der indischen Singhalesen auf der Insel unter Vijaja. Yaka war also auch der Name der Weddas. Denn dass die Weddas, jener anthropologisch und ergologisch so überaus interessante menschliche kleinwüchsige Primärstamm, welcher in spärlichen, bald definitivem Untergang geweihten Resten die Wald- und Felswildnisse von



Figur 2.

Fig. 2 besteht ebenfalls aus einem Stück Affenfell, dem aber zur Verstärkung und zu plastischer Darstellung eines Gesichtes auf der Innenseite einige Lagen Stoff und Papier unterlegt sind. Die konischen Augen ebenfalls aus Papier gebildet, darunter zwei Sehlöcher. Die Lippen mit rotem Papier markiert, im Maul viereckige Zähne aus Weissblech. Auf der Rückseite eine Schnur zur Befestigung. Länge 25 cm. Breite 16 cm.

Südost-Ceylon heute noch bewohnt, in der Tat die Urbevölkerung der Insel seit prähistorischer Zeit darstellen, ist durch den wichtigen Nachweis der Steinzeit der Weddas durch *P.* und *F. Sarasin*[6]) schlagend bewiesen. Ebenso geht aus den Angaben der genannten Forscher in ihrem grossen Weddawerk, aus denjenigen von *Seligmann* und anderer Autoren zweifellos hervor, dass unter den im Mabavansa, dem Helden- und Sagenbuch der Singhalesen, verfasst am Ende des 5. Jahrh. n. Chr., erwähnten Dämonen, die die Einwanderer in Ceylon antrafen, Weddas zu verstehen sind, welche eben als Dämonen angesehen und von den Singhalesen mit dem ihre eigenen Teufel bedeutenden Namen Yakas bezeichnet wurden.

Man kann im Gewirre der singhalesischen Dämonologie nach *Parker*[7]) im grossen ganzen die Yakas als bösartige menschliche oder

[6]) *P. und F. Sarasin,* Die Steinzeit auf Ceylon. Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. 4, Wiesbaden 1908. — *P. und F. Sarasin,* Die Weddas von Ceylon und die sie umgebenden Völkerschaften. Ergebnisse naturw. Forsch. auf Ceylon. Bd. 3, 1892—93, p. 586.

[7]) Vide *B. Z. Seligmann*, A Devil Ceremony of the Peasant Sinhalese, Journal of Royal Anthropological Institute 1908, p. 379.

übermenschliche Geister bezeichnen im Gegensatz zu den Devas, die gütige übermenschliche Wesen sind. Diese Yakas sind nach singhalesischem Glauben vielfach lokal und die Anschauungen über sie wie die mit ihnen verbundenen Teufelstänze variieren sehr in den verschiedenen Teilen der Insel.

Bei den echten Naturweddas sind die Yakas nach den Untersuchungen von *Seligmann*[8]) die Geister der Toten und sind ebenfalls oft an bestimmte Orte gebunden gedacht. Nach letztgenanntem Autor hat der Toten- und Ahnenkult der alt-weddaischen Ureinwohner den Glauben der eingewanderten Singhalesen vielfach infiltriert und modifiziert. Anderseits spielt natürlich auch die umgekehrte Strömung eine grosse Rolle, welche vielleicht von *Seligmann* etwas zu leicht eingeschätzt wird.

Die Teufelstänzer nun, um zu unserer Szenerie zurückzukehren, werden vor allem therapeutisch zur Heilung von Krankheiten berufen. Sie repräsentieren nach *Hildburgh* die den Kranken peinigenden Dämonen oder stärkere Dämonen, welche die eigentlich krankmachenden Teufel kontrollieren und verjagen. Eine dritte Art stellt die Krankheit des Patienten selbst vor; der den Kranken besitzende Dämon soll, wie sich *Hildburgh* ausdrückt, hier durch den Teufelstänzer suggeriert werden, den Kranken zu verlassen und zu seinen „Fellow-devil“ sich zu gesellen.

Es ist nun von Interesse, dass in der genannten Arbeit von *Hildburgh*, in der ein Teufelstänzer aus einem Dorfe nahe bei Colombo mit verschiedenen Masken, Gesichtsbemalungen und Kostümen 18 verschiedene Teufel darstellt, einer derselben als Wedda-Sanniya (Sanniya = Krankheit) „a devil in the form of a Wedda an aboriginal of Ceylon“[9]) bezeichnet wird. Derselbe sieht zwar weit weniger aus wie ein Waldteufel als einige andere Repräsentanten und hat ausser Pfeil und Bogen, die ihn als Wedda markieren, sonst wenig typisches an sich. Sein Gewand scheint eine Art Feder- oder Blätterkleid zu sein. Der Bogen dieses Wedda-Teufels hat nach den Informationen des Autors die Bedeutung, dass dieser Dämon sein Opfer mit einer Krankheit schlägt, die so rasch tötet, als ein Pfeil sein Ziel erreicht. Immerhin ist der heute noch in der Umgebung von Colombo nachgewiesene Name eines Dämon als Wedda-Teufel und seine Ausstattung mit den den Singhalesen längst abhanden gekommenen Waffen von Pfeil und Bogen sehr bemerkenswert. Im übrigen bleibe dahingestellt, ob nicht auch andere der bei *Hildburgh* abgebildeten waldteufelähnlichen Maskenkostümen auch ohne dass dies in der heutigen Auf-

---

[8]) *Seligmann,* The Weddas p. 125 und 141.

[9]) l. c. plate XIII, No. 8.

fassung noch lebendig geblieben wäre, auf eine ähnliche Quelle der Vorstellung zurückzuführen wären.

Es ist daher, wie mir scheint, sehr wohl denkbar, dass in Lunagalla, so nahe dem heutigen Weddaland, die Erinnerung an die Weddas als Yakas mit den ihnen von ihren singhalesischen Vorfahren zugeschriebenen dämonischen Eigenschaften, wozu auch die Gabe gehörte, sich unsichtbar zu machen, gewissermassen im Unterbewusstsein der heutigen Singhalesen noch lebendig dasteht und in ihren typischen Teufelstänzen noch zum Ausdruck kommt. Die Masken aus Affenfell, wie die mit grossen Hauern versehene Teufelsmaske, sollten sie wohl in ihrer Eigenschaft als affenartige Waldteufel charakterisieren. Es würde dies recht wohl zu einer uns wenige Tage später im eigentlichen Weddaland, vom Resthauskeeper in Bibile, einem sehr intelligenten Singhalesen gemachten Angabe stimmen, der auf die Frage, woher die Weddas herstammen, uns antwortete, sie stammten von Teufeln ab, die früher diese Wälder bewohnten, bevor die Singhalesen ins Land kamen.

Als weitere Weddaattribute wären auch die Gürtel aus Buschwerk aufzufassen, wie wir solche auch bald später von einem wirklichen Wedda anfertigen und anziehen sahen. Allerdings kommen solche auch bei andern von *Hildburgh* abgebildeten Teufelstänzern vor, aber eben vielleicht auf die gleiche Quelle zurückzuführen. Das Auf- und Niederwerfen der Haarmähne über Gesicht und Nacken ist bei den Teufelstänzen der Singhalesen und den Zeremonialtänzen der Weddas gleich.

Die Glotzaugen unserer Masken sehen wir bei vielen Masken der verschiedensten Naturvölker und Halbnaturvölker, wo sie sich von einem starken Exophthalmus bis zu kürzern und längern Röhren oder soliden Stielen ausbilden und wie z. B. in melanesischen Schädelmasken zu lang gestielten — bis 10 cm langen — eigentlichen Teleskopaugen auswachsen. Wir können diese Augenform bei Masken aus Westafrika, Indien, Ceylon, Melanesien etc., sogar noch bei uns bei den bekannten Maskengebräuchen im Lötschental[10]) nachweisen. Was die Grundidee ist, die diese eigentümliche Augendarstellung, die über so weite Erdräume verbreitet ist, veranlasst, ist mir unbekannt. Ich möchte vermuten, dass vielleicht durch diese gestielten Augen der Maske resp. dem durch sie in vielen Fällen dargestellten Dämon oder Ahnengeiste, die Fähigkeit desselben angedeutet werden soll, wie das Chamäleon oder der Krebs ähnlich dem Argus der Sage zugleich nach den verschiedensten Richtungen, z. B. gleichzeitig nach

[10]) Vergl. *L. Rütimeyer,* Sonderbeilage zu Globus, Bd. 91 1907, Nr. 13, Figur 2.

hinten und vorn sehen zu können, durch welche Allsichtigkeit die Macht seines Einflusses erhöht würde.

Ich möchte auch annehmen, dass unsre Affenfellmasken, wenn auch wohl dem Verfertiger unbewusst, noch etwas anderes ausdrücken sollten, nämlich die eigentümliche Doppelstellung der Wertung der Weddas bei den Singhalesen, eine Doppelstellung, auf die auch im *Sarasin'schen* Weddawerk sehr eingegangen wird. Einerseits waren die Weddas als Dämonen oder Yakas offenbar für die Singhalesen etwas unheimliche Wesen, eben eine Art von Waldteufeln, also auch mit übermenschlichen Kräften begabt. Sie gehören seltsamerweise der obersten Kaste der Singhalesen, jener der Wellala an, und hatten früher bei den singhalesischen Königen gewisse Vorrechte.

Anderseits stehen sie gegenwärtig in der Wertung der Singhalesen und Tamilen ungemein niedrig, wie ich mich in drastischer Weise überzeugen konnte, als in Nilgala ein kleiner Trupp von Felsenweddas, wirklich fast ähnlich Walddämonen, plötzlich in Erscheinung tretend — so völlig unbemerkt war ihr geräuschloses Herannahen aus dem Walde geblieben — vor uns auftauchte. Der Älteste der aus fünf Gliedern bestehenden Familie trug eine in einem Holzgriff befestigte grosse Pfeilklinge, Aude genannt, eine Art Zeremonialpfeil, und als ich ihn durch unsern tamilischen Dolmetscher fragen liess, ob er den Griff selbst gemacht habe, antwortete der Tamile: „Ja, der König der Tiere machte ihn," womit er eben das Familienhaupt meinte. Auf meine zweite direkte Frage an den Diener, ob er denn wirklich glaube, dass die Weddas Tiere und nicht Menschen seien, versicherte er des bestimmtesten: „Nein Herr, es sind keine Menschen, es sind Waldtiere (jungle animals)!"[11]) So werden auch noch nach *Sarasin*[12]) im alten indischen Heldengedicht Ramayana die Weddas als Affen bezeichnet.

Unsere singhalesischen Teufelstänzer, die ja dazu bestellt waren, sollten und wollten uns gewiss, wie das vielfach geschieht, nur die Art und Weise vorführen, wie bei Krankenheilungen die Therapie des Teufelstanzes ausgeführt wird und der Tanz, fast bis zur Erschöpfung getrieben, entspricht auch durchaus den anderweitigen Beschreibungen.

Der Umstand aber, dass dabei Affenmasken aus Affenfell, eine solchen Kennern dieser Materie wie *Hildburgh* und auch *Grünwedel* unbekannte Form singhalesischer Teufelstänzermasken, getragen und damit offenbar Waldteufel dargestellt werden sollten, der Umstand

---

11) Vergl. *Derselbe.* Die Nilgalaweddas in Ceylon, Globus, Bd. 83 1903, p. 264.

12) l. c. p. 59.

ferner, dass ein Wedda-Sanniya, ein Weddateufel belegt ist bei Colombo, lässt es, wie mir scheint, hier in nächster Nähe des Weddalandes höchst wahrscheinlich erscheinen, dass die Tänzer Weddas darstellen sollten. In dieser Form von Fellmasken, und darin scheint mir ihr Interesse zu liegen, können wir vielleicht den Ausdruck jener alten auf $2^1/_2$ Jahrtausende zurückgehenden Doppelschätzung der Weddas, der Ureinwohner Ceylons, durch die eingewanderten indischen Singhalesen und Tamilen noch durchschimmern sehen, eine Doppelschätzung, nach welcher jene einerseits als Yakas, böse Geister, als übermenschliche Wesen, also mit geheimnisvollen Kräften begabt, wie z. B. Krankheitserzeugung, anderseits als untermenschlich, als Waldtiere, als Affen anzusehen sind.

Kindermasken.

Ganz kurz kann ich mich über weitere Masken aussprechen, die wir bei Anlass der gleichen Reise fanden und die anscheinend für Ceylon ebenfalls neu sind. Es war beim Herabsteigen vom Adamspik,



auf dem wir einen unvergesslich grossartigen Sonnenaufgang genossen hatten, als wir nahe beim Weiler Madama auf der Ostseite des Berges eine Anzahl kleiner singhalesischer Kinder im Alter von etwa 5 bis 7 Jahren sahen, die sich, es mögen ihrer 10 gewesen sein, mit kleinen Holzmasken angetan, vergnüglich beim Spiele unterhielten und herumhüpften. Die kleinen Masken waren gearbeitet und bemalt genau wie die gewöhnlichen Masken der Teufelstänzer. Sie sind alle, wir konnten drei derselben erwerben, aus einem Stück Holz geschnitzt. Unter den Augen, die jeweilen ebenfalls stark prominent gebildet sind, sind kleine Sehlöcher für die kindlichen Träger angebracht. Zwei derselben stellen affenähnliche Fratzen dar und sind grau und gelb bemalt, die dritte weist eine grosse zwischen den Zähnen gehaltene Cobraschlange auf, deren Kopf sich über die Stirn hinaufbäumt. Die Dimensionen sind: Länge: $11^1/_2$, 13 und 15 cm, Breite:

10—$11^1/_2$ cm. Über ihre nähere Bedeutung vermag ich nichts auszusagen, ich habe auch wie schon angedeutet nirgends sonst solche gesehen oder in der Literatur erwähnt gefunden. Im Katalog von *Umlauff* finden sich allerdings eine Anzahl kleinerer Teufelsmasken, die aber in ihren Dimensionen nicht unsern Kindermasken entsprechen.

Auch Herr *Hildburgh,* der genaue Kenner des singhalesischen Maskenwesens, an den ich mich mit der Frage wandte, ob ihm etwas von Kindermasken auf Ceylon bekannt sei, schreibt, er habe nie von solchen gehört, doch sei es immerhin möglich, dass solche in bestimmten Jahreszeiten möchten gebraucht werden und fügt bei, dass zu gewissen Zeiten die Kinder der Hindu mit Masken von Hanumann spielen, die sie dann tragen. Etwas ähnliches könnte also sehr wohl auch bei den Kindern von Singhalesen vorkommen. Seine weitere Vermutung, unsere Kindermasken könnten vielleicht abgebrochene Teilstücke von einer zerstörten jener grossen Masken des Teufels Mahâ-Kôla-sanni-yaksayâ, die *Grünwedel*[13]) beschreibt und bei welchen um eine zentrale grosse Maske dieses Dämons in einem Rahmenwerk 18 kleine Masken seiner Begleiter angebracht sind, trifft nicht zu. Unsere kleinen Masken sind vollständig selbständig gearbeitet und zeigen keine Spuren, dass sie je in den genannten Zusammenhang gehört hätten.

Eine genaue Erklärung ihrer Bedeutung vermag ich also nicht zu geben. Sie sind wohl, wie wir ja dies bei so manchen Kinderspielen sehen, eine Äusserung des kindlichen Nachahmungstriebes, der eben prägnante und dem kindlichen Geiste besonders eindrückliche Handlungen der Erwachsenen in Spiel und auf seine Weise in die Tat umsetzt. Auch dürften sie hier, in der Gegend der Adamspik, in einem zentralen, abgelegenen Teile des Landes mit fast rein singhalesischer Bevölkerung, aufzeigen, wie tief diese Maskengebräuche in der Ergologie und Mentalität dieses Volkes wohl seit ältesten Zeiten eingegraben sind und wie sie familiär schon durch das kleine Kind weiter getragen und vererbt werden.

---

[13]) *Grünwedel* l. c. Bd. VI, Taf. VI und VII.

Manuskript eingegangen den 8. März 1917.

Über die Kroneckersche Grenzformel für reelle quadratische Körper und die Klassenzahl relativ-Abelscher Körper.

Von

E. Hecke.

Bekanntlich spielen die Dirichletschen Reihen

$$f(s) = \sum_{m,n}{}' \varphi(m, n)^{-s}, \tag{1}$$

wo $\varphi(m, n) = am^2 + bmn + cn^2$ eine positiv definite quadratische Form mit ganzen Zahlkoeffizienten ist, in der Theorie des imaginären Zahlkörpers $k(\sqrt{b^2 - 4\,ac})$ eine grosse Rolle. Die Summation ist in (1) über alle ganzen Zahlen m, n zu erstrecken mit Ausnahme des Systems 0, 0 was durch den Akzent an dem Summenzeichen angedeutet sei. Nun weiss man, dass diese Reihen, als Funktionen von s betrachtet, eindeutige analytische Funktionen mit dem Pole $s = 1$ sind, also eine Entwickelung

$$f(s) = \frac{A_{-1}}{s-1} + A_0 + A_1\,(s-1) + \cdots$$

besitzen. Der Koeffizient A_{-1}, das Residuum, ist bereits durch Dirichlet bestimmt worden, durch seine klassische Methode zur Ermittelung der Klassenzahl des Zahlkörpers. Zu den schönsten Entdeckungen Kroneckers gehört die Bestimmung von A_0. Es ist ihm gelungen — sogar für den allgemeinen Fall, dass die Form (a, b, c) beliebige reelle Koeffizienten mit $b^2 - 4ac < o$ hat — eine Darstellung von A_0 zu geben, in der als wesentlicher Term der Logarithmus der elliptischen Modulfunktion $\eta(\omega)$ auftritt, wobei das Argument ω (oder $-\omega$) Nullstelle der Funktion $\varphi(\omega, 1)$ ist. Die Bedeutung dieses Resultates liegt zunächst darin, dass hier die Zahlentheorie ein Prinzip zur Konstruktion interessanter analytischer Funktionen liefert. Die ganze Theorie der linearen Transformation der ηFunktion lässt sich aus dieser sog. Kroneckerschen Grenzformel entwickeln. Sodann aber enthält für den Fall ganzzahliger a, b, c diese Formel den Kern der Beziehungen zwischen elliptischen Funktionen und imaginär-quadratischen Zahlkörpern, welche als „Theorie der kom-

plexen Multiplikation“ von Abel begründet, hauptsächlich von Kronecker, dann von Weber allgemein durchgeführt und neuerdings von Herrn Fueter durch seinen Vollständigkeitsbeweis zu einem ersten Abschluss gebracht worden ist. Diese Theorie ist von einem ganz bestimmenden Einfluss auf die neuere Zahlentheorie geworden, insofern hier der Keim zu dem von Herrn Hilbert geschaffenen Begriffe des Klassenkörpers liegt, der die moderne Zahlentheorie beherrscht.

Vom Standpunkt der allgemeinen Theorie der Klassenkörper aus sind nun ganz analoge Fragen für einen beliebigen Grundkörper an Stelle des oben auftretenden imaginär-quadratischen Körpers möglich. Für den Körper der rationalen Zahlen, der mit dem imaginär-quadratischen Körper die Eigenschaft teilt, nur endlich viele Einheiten zu besitzen, führt diese Frage auf die wohlbekannten L-Reihen, die sich aus Bestandteilen

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(an+b)^s}$$

zusammensetzen (a, b ganze Zahlen). Die Bestimmung des konstanten Gliedes, welches dem A_0 von vorhin entspricht, hat Kummer[1]) bei der Bestimmung der Klassenzahl des Körpers der a-*ten* Einheitswurzeln durchgeführt. Diese Reihen führen von rein zahlentheoretischen Fragen her auf die Exponentialfunktion $e^{2\pi i z}$, die für $z = \frac{b}{a}$ gerade den betreffenden Zahlkörper liefert.

Hiernach erschien es also von grösster Wichtigkeit, nun für beliebige Zahlkörper das entsprechende Problem zu lösen; das führt auf die Untersuchung folgender Summen:

$$\sum_{(\mu)} N(\mu)^{-s}, \tag{2}$$

worin $N(\mu)$ die Norm von μ (absolut genommen) bedeutet und μ alle ganzen durch ein bestimmtes Ideal $\mathfrak{a}$ teilbaren Zahlen eines algebraischen Zahlkörpers k zu durchlaufen hat, dabei jedoch von jedem System assoziierter (sich nur um Einheitsfaktoren unterscheidender) Zahlen nur je ein Individuum. Das Ideal (μ) durchläuft also das System aller durch $\mathfrak{a}$ teilbaren Hauptideale. Überdies hat μ im allgemeinen noch gewisse lineare Kongruenzbedingungen zu erfüllen. Das Residuum dieser Funktion bei $s = 1$ hat Dedekind bei der Ermittelung der Klassenzahl von k bestimmt. Dagegen bietet die

---

[1]) Zeitlich liegt das Kummersche Resultat vor dem Kroneckerschen. Die Auffassung aller derartigen Reihen als zu gewissen „Klassenkörpern“ gehörend, hat sich vorzugsweise im Anschluss an die Kroneckerschen Reihen ([1]) ausgebildet, weshalb ich diese voranstellte.

Bestimmung des konstanten Gliedes infolge der von den Einheiten herrührenden Summationsbeschränkung Schwierigkeiten dar, die nur in den oben genannten Fällen wegfallen. Auf die Bedeutung dieser Fragestellung haben unter anderen Herr Hilbert in seinem Pariser Vortrage über mathematische Probleme und Dedekind in einer seiner letzten Arbeiten hingewiesen.

Es ist mir nun gelungen, das genannte Problem zu lösen, d. h. den Koeffizienten A_0 im Falle der Summe (2) durch analytische Funktionen mehrerer Variablen vom Charakter automorpher Funktionen auszudrücken. Und zwar führt dabei derselbe einfache Gedanke zum Ziel, mit dessen Hilfe ich kürzlich die Fortsetzbarkeit aller $\zeta_k(s)$ und verwandter Funktionen beweisen konnte.[2])

Für den reellen quadratischen Körper insbesondere ergibt sich das überraschende Resultat, dass wieder nur der Logarithmus der η-Funktion, allerdings unter dem Integralzeichen auftritt, indem nämlich die Formel für den reellen quadratischen Körper als unmittelbare Folge der Kroneckerschen Formel für definite Formen sich herausstellt (s. Gl. (5)). Im ersten Paragraphen werde ich diesen Zusammenhang entwickeln; im zweiten decke ich den Zusammenhang der Summen (2) mit gewissen, besonders von Herrn Epstein untersuchten Zetafunktionen auf, woraus sich sogleich die allgemeine Grenzformel ergibt. Endlich bringe ich im letzten Paragraphen einige Erörterungen über die Bestimmung der Klassenzahl relativ-Abelscher Zahlkörper, welche durch diese Formeln ebenfalls geleistet wird.

Ich werde mich überall nur auf die einfachsten Fälle beschränken; ich beabsichtige an anderer Stelle diese Fragen in mehreren Richtungen ausführlicher zu behandeln.

§ 1.

Reelle quadratische Körper.

Es sei im reellen quadratischen Zahlkörper k ein Ideal $\mathfrak{a}$ gegeben; α_1, α_2 sei eine Basis von $\mathfrak{a}$. Ferner bezeichnen wir mit ε die positive Grundeinheit von k, welche grösser als 1 ist. Endlich setzen wir

$$\mu = m_1\,\alpha_1 + m_2\,\alpha_2$$

und haben nun die Summe

$$f(s) = \sum_{(\mu)} |\mu\mu'|^{-s} \tag{3}$$

[2]) Ueber die Zetafunktion beliebiger algebraischer Zahlkörper. Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen (math.-physikal. Klasse) 1917. (Sitzung vom 23. XII. 16).

zu untersuchen. Dabei durchläuft μ alle Zahlen $(\neq o)$ des Ideals $\mathfrak{a}$, aber von jedem System assoziierten Zahlen $\pm \varepsilon^n \mu$ nur je ein Individuum. Der Akzent bedeutet wie auch weiterhin bei den Zahlen aus k die Konjugierte. Bekanntlich konvergiert die Reihe, wenn $s > 1$.

Ich setze nun

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)|\mu|^{-s} = \int_0^\infty e^{-\mu^2 t}\, t^{\frac{s}{2}-1}\, dt$$

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)|\mu'|^{-s} = \int_0^\infty e^{-\mu'^2 t'}\, t'^{\frac{s}{2}-1}\, dt'$$

und führe in dem Doppelintegral

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^2 |\mu\mu'|^{-s} = \int_0^\infty\!\!\int e^{-\mu(^2 t + \mu'^2 t')} (tt')^{\frac{s}{2}-1}\, dt\, dt'$$

neue Variable u, v durch die Gleichungen

$$t = ue^v, \quad t' = ue^{-v}$$

ein, wodurch man erhält

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^2 |\mu\mu'|^{-s} = 2\int_{v=-\infty}^{+\infty}\int_{u=0}^{\infty} e^{-u(\mu^2 e^v + \mu'^2 e^{-v})}\, u^{s-1}\, du\, dv.$$

Für das Integral nach u führen wir wieder die Γ-Funktion ein und erhalten so

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^2 |\mu\mu'|^{-s} = 2\Gamma(s)\int_{v=-\infty}^{+\infty} \frac{dv}{(\mu^2 e^v + \mu'^2 e^{-v})^s}$$

Statt die Integration über alle v zu vollziehen, reduzieren wir, wie ich es in der zitierten Note getan habe, das Intervall auf die Strecke $-\log\varepsilon$ bis $+\log\varepsilon$ und erhalten dafür eine Summe über alle zu μ assoziierten Zahlen, wodurch endlich für unsere Funktion $f(s)$ folgende Darstellung sich ergibt

$$\frac{\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^2}{\Gamma(s)} f(s) = \int_{-\log\varepsilon}^{+\log\varepsilon} \left\{\sum_{m_1, m_2}' (\mu^2 e^v + \mu'^2 e^{-v})^{-s}\right\} d$$

Hierin ist jetzt die Summe über sämtliche ganzen Zahlen m_1, m_2 mit Ausschluss von 0,0 zu erstrecken. In dem einzelnen Summanden steht offenbar jetzt eine *positiv definite quadratische Form* der Summationsbuchstaben.

Dieser Integrand ist nun eine analytische Funktion von s, die bei $s = 1$ einen Pol erster Ordnung hat und sonst im Endlichen regulär ist. Die Kroneckersche Grenzformel[3]) liefert folgende Entwickelung nach $s-1$:

$$\sum_{m_1, m_2}{}'(Am_1^2 + 2\,Bm_1\,m_2 + Cm_2^2)^{-s} = \frac{A_{-1}}{s-1} + A_0 + A_1(s-1) + \cdots,$$

mit den Werten

$$A_{-1} = \frac{\pi}{\sqrt{m}}$$

$$A_0 = -\frac{2\pi\,\Gamma'(1)}{\sqrt{m}} - \frac{2\pi}{\sqrt{m}}\,log\,\frac{2\eta(\omega)\,\eta(-\overline{\omega})\sqrt{m}}{\sqrt{A}}$$

Zur Abkürzung ist hier gesetzt:

$$m = AC - B^2 \quad , \quad \sqrt{m} > 0$$

$$\omega = \frac{B + i\sqrt{m}}{A} \quad , \quad -\overline{\omega} = \frac{-B + i\sqrt{m}}{A} \quad , \quad Am_1^2 + 2Bm_1\,m_2 + Cm_2^2 =$$
$$A(m_1 + \omega m_2)\,(m_1 + \overline{\omega} m_2).$$

Für den Logarithmus ist der reelle Wert zu nehmen. $\eta(\omega)$ bedeutet die „Diskriminante":

$$\eta(\omega) = e^{\frac{\pi i \omega}{12}} \prod_{n=1}^{\infty} (1 - e^{2\pi i n \omega})$$

In unserm Falle haben wir die quadratische Form

$$\mu^2 e^v + \mu'^2 e^{-v} = (\mu e^{\frac{v}{2}} + i\mu' e^{-\frac{v}{2}})(\mu e^{\frac{v}{2}} - i\mu' e^{-\frac{v}{2}})$$

Nehmen wir α_1, α_2 so, dass die Determinante

$$\Delta = \alpha_1\,\alpha_2' - \alpha_2\,\alpha_1' > 0,$$

so sind

$$\omega = \frac{\alpha_2 e^{\frac{v}{2}} + i\alpha_2' e^{\frac{-v}{2}}}{\alpha_1 e^{\frac{v}{2}} + i\alpha_1' e^{\frac{-v}{2}}} = \frac{\alpha_2 e^v + i\alpha_2'}{\alpha_1 e^v + i\alpha_1'}$$

$$-\overline{\omega} = \frac{-\alpha_2 e^v + i\alpha_2'}{\alpha_1 e^v - i\alpha_1'} \tag{4}$$

$$A = \alpha_1^2\,e^v + \alpha_1'^2\,e^{-v}$$

$$m = -A^2(\omega - \overline{\omega})^2 = 4(\alpha_1\,\alpha_2' - \alpha_2\,\alpha_1')^2 = (2\Delta)^2$$

Damit erhalten wir endlich für die Entwickelung unser Funktion $\frac{\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^2}{\Gamma(s)} f(s)$ um den Punkt $s = 1$ durch Integration nach v:

[3]) Vgl. etwa H. Weber, Ellipt. Funkt. u. algebr. Zahlen. 2. Aufl. (1908) pg. 531.

Das Residuum hat den Wert

$$\int_{-\log\varepsilon}^{+\log\varepsilon} \frac{\pi}{2\Delta}\, dv = \frac{\pi}{(\alpha_1\alpha_2' - \alpha_2\alpha_1')} \log\varepsilon$$

Das konstante Glied hat den Wert

$$\frac{-2\pi(\Gamma'(1) + \log 4)}{(\alpha_1\alpha_2' - \alpha_2\alpha_1')} \log\varepsilon - \frac{\pi}{(\alpha_1\alpha_2' - \alpha_2\alpha_1')} \int_{-\log\varepsilon}^{+\log\varepsilon} \log \frac{\Delta\eta(\omega)\eta(-\overline{\omega})}{\sqrt{\alpha_1^2 e^v + \alpha_1'^2 e^{-v}}}\, dv \qquad (5)$$

Dieses Integral ist eine Funktion allein von α_1, α_2, die sich ihrer Entstehung nach nicht ändert, wenn man α_1, α_2 einer linearen ganzzahligen Transformation mit Determinante $+1$ unterwirft; es ist eine „*arithmetische Invariante*" im Sinne von Poincaré. Die Invarianz lässt sich auch direkt aus den Eigenschaften der η-Funktion herleiten.

Führt man in dem Integral etwa ω an Stelle von v als Variable ein, so wird der Integrationsweg in der Ebene der komplexen Variabeln ω ein Teilbogen des Halbkreises, der die beiden Punkte $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$ und $\frac{\alpha_2'}{\alpha_1'}$ der reellen Achse mit einander verbindet. Die Endpunkte dieses Teilbogens sind aequivalent vermöge einer solchen Transformation der Modulgruppe, welche die beiden reellen Punkte zu Fixpunkten hat. Wir gelangen so in den Kreis der Ideenbildungen von St. Smith über den Zusammenhang der elliptischen Modulfunktionen mit den indefiniten quadratischen Formen. Diese Theorie ist bisher wenig bearbeitet worden;[4]) ihr Auftreten bei unserm Problem deutet darauf hin, dass ihr für die Untersuchung der reellen quadratischen Körper eine viel grössere Bedeutung zukommt, als man bisher bemerkt hat.

§ 2.

Allgemeine Zahlkörper.

Liegt an Stelle des reellen quadratischen Zahlkörpers ein beliebiger Zahlkörper $k = k^{(1)}$ vom n-ten Grade zu Grunde, unter dessen konjugierten $k^{(1)}$, $k^{(2)}, \cdots k^{(r_1)}$ reell sind $(r_1 \geqq 0)$, während die übrigen $k^{(r_1+1)}, \cdots k^{(n)}$ imaginär sind (ihre Anzahl $2r_2 \geqq 0$), so lässt sich das entsprechende Problem, die Ermittelung des A_0, vermöge der Methode zur Erledigung bringen, die ich an der oben zitierten Stelle bei Untersuchung der Funktionen $\zeta_k(s)$ angewendet habe.

---

4) Vgl. insbesondere die Ausführungen in *Klein-Fricke,* Ellipt. Modulfunktionen, Bd. II. pg. 165 ff. über die Smith'sche Kurve.

Man gelangt indessen rascher zum Ziele, wenn man wie im vorigen Paragraphen die betr. Dirichletsche Reihe auf eine Klasse von Funktionen zurückführt, welche von mehreren Autoren, insbesondere Herrn Epstein[5]) bereits untersucht worden und von ihm als „allgemeine Zetafunktionen" bezeichnet worden sind.

Es sei etwa $\alpha_1, \alpha_2, \cdots \alpha_n$ ein System von Basiszahlen eines Ideals $\mathfrak{a}$ im Körper $k = k^{(1)}$, ferner $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \cdot \varepsilon_r$ $(r = r_1 + r_2 - 1)$ ein System von Grundeinheiten, endlich verstehen wir unter

$$\mu = m_1 \alpha_1 + m_2 \alpha_2 + \cdot - + m_n \alpha_n$$

eine Zahl aus $\mathfrak{a}$ $(\neq 0)$. Die Nummerierung der konjugierten Körper sei ferner so getroffen, dass für einen imaginären Körper $k^{(p)}$ $(p \leqq r_1 + r_2)$ stets $k^{(p+r_2)}$ den konjugiert imaginären Körper bedeutet. Ist p Index eines reellen Körpers, so setzen wir

$$\Gamma\left(\frac{s}{2}\right) |\mu^{(p)}|^{-s} = \int_0^\infty e^{-\mu^{(p)2} t_p} t_p^{\frac{s}{2}-1} dt_p ;$$

dagegen wenn p Index eines imaginären Körpers ist $(p \leqq r_1 + r_2)$

$$2^{-s} \Gamma(s) |\mu^{(p)} \mu^{(p+r_2)}|^{-s} = 2^{-s} \Gamma(s) |\mu^{(p)}|^{-2s} = \int_0^\infty e^{-2|\mu^{(p)}|^2 t_p} t_p^{s-1} dt_p$$

Für das Produkt aller $\mu^{(p)}$ findet man so ein $(r+1)$-faches Integral:

$$2^{-r_2 s} \Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^{r_1} \Gamma(s)^{r_2} |N(\mu)|^{-s} = \int_0^\infty \cdot \cdot \int e^{-\sum\limits_{p=1}^{m} |\mu^{(p)}|^2 t_p} (t_1 \cdots t_{r_1} t_{r_1+1} \cdots t_n)^{\frac{s}{2}} \frac{dt_1 \cdot \cdot dt_{r+1}}{t_1 \cdot t_2 \cdots t_{r+1}}$$

Hierbei ist zu vereinbaren, dass für $r_1 + 1 \leqq p \leqq r_2 + r_1$ immer

$$t_p = t_{p+r_2}$$

zu setzen ist, also konjugiert imaginäre Körper dasselbe t_p zugeordnet erhalten. An Stelle der t führen wir die Variabeln $u, x_1, \cdot x_r$ durch die Gleichungen

$$t_p = u e^{\sum\limits_{i=1}^{r} x_i \log |\varepsilon_i^{(p)}|^2} \qquad p = 1, 2, \cdot\cdot r+1$$

ein. Die Funktionaldeterminante der t nach den neuen Variabeln ist

[5]) *P. Epstein,* Zur Theorie allgemeiner Zetafunktionen. Math. Ann. 56. (1903). pg. 615 ff. (Für das Folgende insbesondere pg. 644).

$$\frac{t_1 \cdot t_2 \cdots t_{r+1}}{u} \Delta,$$

wo

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & log|\varepsilon_1^{(1)}|^2 \cdots & log|\varepsilon_r^{(1)}|^2 \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & log|\varepsilon_1^{(r+1)}|^2 \cdots & log|\varepsilon_r^{(r+1)}|^2 \end{vmatrix} = \pm 2^{r_1-1}\, n\, R$$

(R der Regulator des Körpers). Endlich benutzen wir noch die Abkürzung

$$\tau_p = \frac{t_p}{u} = e^{\sum_{i=1}^{r} x_i \log|\varepsilon_i^{(p)}|^2} \qquad p = 1, \cdots n, \tag{6}$$

sodass die τ reelle positive Grössen mit der Eigenschaft

$$\tau_p = \tau_{p+r_2} \qquad r_1 + 1 \leqq p \leqq r_2 + r_1 \tag{7}$$
$$\tau_1 \cdot \tau_2 \ldots \cdot \tau_n = 1$$

sind. So erhalten wir

$$2^{-r_2 s}\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^{r_1}\Gamma(s)^{r_2}|N(\mu)|^{-s} = \int_{x_i=-\infty}^{+\infty}\cdots\int \int_{u=0}^{\infty} 2^{r_1-1} n R$$
$$\cdot\, u^{\frac{ns}{2}-1}\, e^{-u\sum_{p=1}^{n}|\mu^{(p)}|^2 \tau_p}\, dx_1 \cdots dx_r\, du$$

Die Vermehrung der x_i um ganze Zahlen bedeutet Multiplikation der τ_p mit $|\eta^{(p)}|^2$, wo $\eta^{(p)}$ eine Einheit in $k^{(p)}$ ist. Auf diese Weise lässt sich die Integration über alle x zerlegen in die Integration über den Würfel $|x_i| \leqq \frac{1}{2}$ und Summation des Integranden über die zu μ assoziierten Zahlen, wenn man noch die in k liegenden Einheitswurzeln berücksichtigt, deren Anzahl w sei. Ersetzen wir endlich das Integral über u durch die Γ-Funktion, so kommt durch Summation über die verschiedenen durch $\mathfrak{a}$ teilbaren Hauptideale (μ) folgende Formel: Wenn man

$$w\,\frac{2^{-r_2 s}\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)^{r_1}\Gamma(s)^{r_2}}{2^{r_1-1}\, n\, R\, \Gamma\left(\frac{ns}{2}\right)} \cdot \sum_{(\mu)} |N(\mu)|^{-s} = F(s) \tag{8}$$

setzt, so ist unter Benutzung der Abkürzungen (6), (7)

$$F(s) = \int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}}\cdots\int \left\{\sum_{\mu}{}'\left(|\mu^{(1)}|^2\tau_1 + |\mu^{(2)}|^2\tau_2 + \cdots + |\mu^{(n)}|^2\tau_n\right)^{-\frac{ns}{2}}\right\} dx_1 \cdots dx_r \tag{9}$$

In der Summe ist über alle ganzen Zahlen $m_1, \cdots m_n$ in

$$\mu = m_1\, \alpha_1 + \cdots + m_n\, \alpha_n$$

mit Ausschluss von $m_1 = \cdots m_n = 0$ zu summieren. In dem Summanden steht jetzt eine definite quadratische Form der Summationsbuchstaben. Die Reihe konvergiert, wenn $s > 1$ *und ist nichts anderes als eine von Herrn Epstein „allgemeine Zetafunktion n-ter Ordnung" genannte Funktion.* Durch diese Formel erhält die Benennung Zetafunktion eine unerwartete Rechtfertigung von der Theorie der algebraischen Zahlkörper her.

An der zitierten Stelle hat Herr Epstein vermittels der Theorie der Thetafunktionen das Verhalten einer Zetafunktion bei dem Pole $s = 1$ untersucht. Für das konstante Glied in der Entwickelung nach $s - 1$ findet er einen Ausdruck, der, von unwesentlichen Konstanten abgesehen, sich aus zwei Bestandteilen zusammensetzt: erstens dem Werte einer Zetafunktion $(n-1)$-ter Ordnung bei $s = 1$, welche entsteht, wenn man in der Summe nur die Glieder mit $m_1 = 0$ nimmt, und zweitens dem Logarithmus eines $(n-1)$-fach unendlichen Produktes, das als die genaue Verallgemeinerung der η-Funktion aus der Theorie der elliptischen Funktionen zu bezeichnen ist.

Nach denselben Prinzipien lässt sich die Summe (8), wenn μ noch linearen Kongruenzen genügen muss, auf die Epsteinschen Zetafunktionen zurückführen, und ihre Entwickelungskoeffizienten bei $s = 1$ lassen sich aus derselben Formel angeben.[6]) Ich gedenke an anderer Stelle eine ausführlichere Darstellung dieser Theorie zu geben, in der ich auch eine direkte Berechnung der fraglichen Koeffizienten durchführen werde, welche die Einführung der Thetafunktionen vermeidet.

§ 3.

Die Klassenzahl relativ Abelscher Zahlkörper.

Die oben entwickelten Formeln gestatten eine Darstellung der Klassenzahl relativ-Abelscher Zahlkörper in einer ähnlichen Gestalt, wie sie Kummer für die Kreiskörper gegeben hat. Sobald für einen Grundkörper k die Zerfällung seiner Primideale in einem Oberkörper K bekannt ist, lässt sich die zu K gehörige ζ-Funktion durch die zu k gehörige und ähnliche Reihen vom Typus (2) darstellen, deren Wert für $s = 1$ bei dem Klassenproblem in Frage kommt. Auf diese Art ist es möglich, den Quotienten aus der Klassenzahl von K und von k vermöge der Grössen darzustellen, die oben allgemein mit A_0 bezeichnet wurden.

Der einfachste Fall nach den Kreiskörpern ist derjenige, wo k ein imaginärer quadratischer Körper und K ein relativ-Abelscher

[6]) Vgl. meine im Februar 1917 der Göttinger Ges. d. Wissenschaften vorgelegte Arbeit: Ueber die L-Funktionen und den Dirichletschen Primzahlsatz für einen beliebigen Zahlkörper.

Körper ist, wie er durch die komplexe Multiplikation der elliptischen Funktionen geliefert wird. Die in der Hauptsache bekannten Zerlegungsgesetze in K führen dann bei der Bestimmung der Klassenzahl gerade auf die Kroneckersche Grenzformel, vermöge deren, wie Herr Fueter[7]) gezeigt hat, sich für die Klassenzahl von K ein Ausdruck ergibt, der neben einer damals noch unbekannten Grösse die Logarithmen der η-Funktion ebenso enthält wie die Kummersche Formel die Logarithmen der Kreiseinheiten.

Nehmen wir nun für k einen beliebigen Grundkörper, welcher noch die l-Einheitswurzel enthalte (l eine ungerade Primzahl). Der Relativkörper der durch die l-te Wurzel aus einer Zahl von k, $\sqrt[l]{\omega}$ erzeugt wird, sei K. Ist alsdann ω eine Primärzahl in k oder was dasselbe ist, ist die Relativdiskriminante von K *bezüglich* k zu dem Grad l prim, so gibt das Hilbert-Furtwänglersche Reziprozitätsgesetz über die Zerfällung der Primideale aus k im Oberkörper K folgenden Satz: Alle Primideale, welche mod. ω in dieselbe Klasse gehören, zerfallen in K in derselben Art. Dies hat zur Folge, dass man die Funktion $\zeta_K(s)$ durch $\zeta_k(s)$ und die gewöhnlich mit $L(s, \chi)$ bezeichneten Funktionen ausdrücken kann, wobei χ ein Charakter mod. ω ist. Der Quotient der Klassenzahlen von K und k wird dann durch die Werte von $L(s, \chi)$ bei $s = 1$ bestimmt und diese sind nach den oben angegebenen Prinzipien durch die Logarithmen gewisser transzendenter Funktionen, wie Gl. (5) zeigt, darstellbar.

Ähnliches gilt, falls in k nicht die l-te Einheitswurzel vorkommt, wenn K ein relativ-cyclischer Körper vom Relativgrade l ist, dessen Relativdiskriminante zu l prim ist. Dieser Zusatz ist notwendig, weil man gegenwärtig das Reziprozitätsgesetz für nicht primäre Zahlen noch nicht kennt.

Nimmt man z. B. für k den absoluten Rationalitätsbereich, und für K einen auflösbaren, d. h. durch Wurzelzeichen darstellbaren Körper, so erhält man folgenden allgemeinen Satz:

Die Klassenzahl eines jeden auflösbaren Körpers, dessen Diskriminante und Grad prim zu einander sind, lässt sich durch die Integrale über Logarithmen gewisser transzendenter Funktionen darstellen, in derselben Weise, wie Kummer die Klassenzahl der Kreiskörper durch die Logarithmen der Kreiseinheiten dargestellt hat.

[7]) Die verallgemeinerte Kroneckersche Grenzformel und ihre Anwendung auf die Berechnung der Klassenzahl. Rendiconti del Circ. Mat. di Palermo 1910 I. Von dem damals noch unbekannten Faktor F habe ich gezeigt, dass er den Wert 1 hat.

Manuskript eingegangen 15. März 1917.

Über Knochenmarksherde in der Milz und über experimentelle Transplantation von Knochenmark in die Milz.

Von

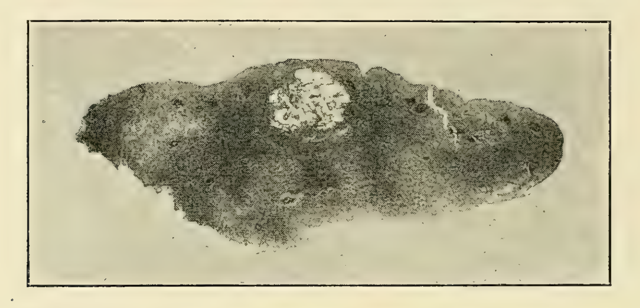
Ernst Hedinger.

Befunde einzelner Knochenmarkzellen in der Milz können in der Human- wie in der Tierpathologie sehr oft und unter recht verschiedenen Bedingungen erhoben werden. Die Kenntnis dieser Befunde ist so allgemein, dass ich es mir schenken kann auf eine nähere Besprechung dieses Themas einzugehen. Bei diesen myeloiden Herden handelt es sich teils um eine Reihe diffus zerstreuter Knochenmarkzellen, teils um kleinere Häufchen von Myelocyten, Myeloblasten oder eventuell auch von Erythroblasten. Die Literatur erwähnt aber nirgends das Vorkommen grösserer aus gemischtem Knochenmark bestehender Herde in der Milz. Ich habe vor einigen Jahren eine solche Beobachtung machen können. Eine Publikation dieses seltenen Befundes unterblieb, weil ich hoffte, bei weiteren Untersuchungen einen analogen Befund erheben zu können, und weil ich namentlich durch experimentelle Untersuchungen Aufklärung für dieses eigentümliche Vorkommen eigentlicher Knochenmarksherde in der Milz erwartete.

Die Knochenmarksherde innerhalb der Milz fand ich bei der Autopsie eines ältern männlichen Leoparden. Wir haben hier in Basel den grossen Vorzug, die Tiere, die im zoologischen Garten sterben, sezieren zu können. Der Leopard war im Jahre 1912 unter etwas unklaren klinischen Darmsymptomen gestorben. Bei der Sektion fand man vollkommen normale Verhältnisse in Lungen und Herz. Bei den Zirkulationsorganen ist bemerkenswert eine ziemlich ausgedehnte Verkalkung der Wand der Aorta thoracica und abdominalis. Die Untersuchung der Abdominalorgane ergab einen normalen Bauchsitus. Im Darmtraktus war eine geringgradige katarrhalische Enteritis nachweisbar, die vielleicht durch eine ganz auffallend grosse Zahl von Exemplaren von Ascaris mystax bedingt war. Die übrigen Bauchorgane waren völlig normal mit Ausnahme der Milz. Die Milz zeigte normale Grösse. Die Kapsel ist zart. Die Pulpa ist braunrot, von normaler Konsistenz. Die Follikel sind ziemlich klein, die

Trabekel sind deutlich. In der Pulpa zerstreut liegen in grosser Zahl 1—3—5 mm messende Herde, deren Deutung mir völlig unklar war. Ich dachte zunächst am ehesten an irgendwelche parasitäre Herde. Am Knochensystem war nichts besonderes nachzuweisen; irgendwelche ältere, durch stärkere Dislokation der Fragmente auffallende Frakturen waren nirgends nachweisbar.

Von allen Organen, besonders von der Milz, wurden Stücke in Formol fixiert und dann mikroskopisch untersucht. Die mikroskopische Untersuchung der Milz zeigte nun ein ganz unerwartetes und sehr auffallendes Bild. Wie aus den beigegebenen Figuren ohne weiteres hervorgeht, handelt es sich um eine Reihe von Knochenmarksherden, die ganz diffus in der ganzen Milz zerstreut sind. Die Follikel der Milz sind ziemlich klein und bestehen aus einer nicht

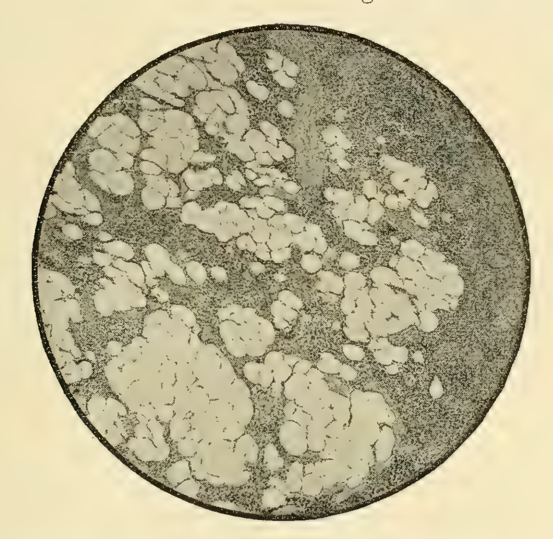


Figur 1: Knochenmarksherd in der Milz eines Leoparden: Lupenvergrösserung. Der Herd besteht vorwiegend aus Fettmark. In der Milz zerstreut vereinzelte kleine Follikel.

verdickten Follikelarterie, der meist nur an einer Seite lymphatisches Gewebe angelagert ist. Die Pulpa ist ziemlich blutreich, mässig zellreich. Die Zellen sind teils Lymphocyten, teils etwas grössere Zellen mit mehr exzentrisch gelagertem Kern und kräftigem Protoplasma. An wenigen Orten, z. T. in der Nähe der gleich näher zu beschreibenden Knochenmarksherde, findet man ganz vereinzelte Megakaryocyten meist mit kräftigem eosinrotem Protoplasma und grossem dunklem pyknotischem Kern. Myelocyten konnte ich ausserhalb der Knochenmarksherde in der Milz nirgends nachweisen. Die Trabekel sind den normalen Befunden bei diesen Tieren entsprechend sehr gut ausgesprochen und enthalten reichlich feine elastische Fasern. Die Knochenmarksherde zeigen recht differente Grösse. Die kleinsten bestehen aus zwei bis drei grossen Fettzellen; die grössern sind aus typischem gemischtem Mark zusammengesetzt. Häufig sind namentlich im Zentrum der grössern Herde reichlicher Fettzellen angehäuft, während das myeloide Gewebe, besonders auch die protoplasma-

haltigen Megakaryocyten in der Peripherie der Herde liegen. Gerade bei Herden mit reichlichern Megakaryocyten in der Peripherie bemerkt man dann auch in der umliegenden Milzpulpa diffus zerstreute Knochenmarksriesenzellen. In den grössern Knochenmarksherden findet man nicht selten Milztrabekel oder auch einige Follikel oder auch kleinere Inseln von Pulpagewebe. Eine bindegewebige oder knöcherne Begrenzung, wie man sie bei experimenteller Knochenmarkstransplantation in die Milz finden kann, fehlt hier durchwegs.

Die zellreichen myeloiden Anhäufungen innerhalb der Knochenmarksherde in der Milz bestehen vorwiegend aus einkernigen, viel-



Figur 2. Knochenmarksherd in der Milz eines Leoparden: Leitz Oc 1, Obj. 3: Man erkennt einen hauptsächlich aus Fettgewebe bestehenden Knochenmarksherd. Der Herd liegt ohne bindegewebige Abgrenzung in der Milzsubstanz. Zwischen den Fettläppchen erkennt man an einzelnen Stellen etwas stärkere Anhäufung von Knochenmarkszellen mit vereinzelten Megakaryocyten.

fach mehr oder weniger deutlich eosinophil gekörnten Zellen mit zentral gelagertem mittelgrossem, ziemlich chromatinreichem Kern und einem kräftigen Protoplasma. Es handelt sich also um typische Myelocyten. Viel seltener sind ähnliche, etwas grössere und ungekörnte Zellen, also Myeloblasten. Daneben findet man auch selten einkernige Zellen mit etwas exzentrisch gelagertem Kern mit Andeutung von Radspeichenanordnung des Chromatins, hellem Hof um den Kern und stark ausgesprochenem Protoplasma. Es liegen also Zellen vor, die wohl am ehesten Plasmazellen entsprechen. Dann kann man mitten unter diesen Zellen, bei denen die gekörnten Myelocyten aber ganz bedeutend überwiegen, vereinzelte Lymphocyten und mehr-

kernige Leukocyten nachweisen. Selten sind rundliche Zellen mit hämoglobinhaltigem Protoplasma und dunklem kleinen chromatinreichem Kern, also Erythroblasten. Wechselnd ist der Gehalt an Megakaryocyten. Sie sind, wie ich bereits hervorgehoben habe, oft in den äussern Teilen der Knochenmarksherde stärker angehäuft. Einzelne Herde entbehren hingegen der Megakaryocyten fast völlig. Es handelt sich bei diesen Knochenmarksriesenzellen z. T. um mehrkernige Riesenzellen, meist aber um einkernige Gebilde, wobei der Zellkern oft allerdings sehr bizarre Formen aufweist. Die Kerne sind auffallend chromatinreich und fast durchwegs von einem kräftigen eosinroten Zelleib umgeben. Sogenannte freie Kerne sind kaum nachweisbar. Ich konnte innerhalb der Herde ebensowenig wie in deren Umgebung Knochengewebe nachweisen.

Die mikroskopische Untersuchung der andern Organe verlief fast völlig negativ. Ich kann mich deswegen sehr kurz fassen. In einigen Lymphdrüsen fallen die ziemlich stark erweiterten Lymphsinus auf; die Keimzentren der Sekundärknötchen sind überall gut entwickelt. In den geraden Kanälchen der Nieren findet man hie und da einige Kalkzylinder, ein bei Tieren ja häufig zu erhebender Befund. Die Leber zeigt hie und da in den Glissonschen Scheiden einige Lymphocyten. Veränderungen im Sinne einer myeloiden Metaplasie konnte ich weder in der Leber, noch in den Lymphdrüsen, noch in den Nieren nachweisen.

Pankreas, Hoden und Nebenhoden zeigen keine Veränderungen. Die mikroskopische Untersuchung der Aorta ergibt in den innersten Schichten der Media, selten auch auf die Intima übergreifende zirkumskripte Verkalkungsprozesse, die völlig der experimentellen Medianekrose und Mediaverkalkung der Kaninchen entsprechen.

In den Lungenkapillaren kann man einige freie Megakaryocytenkerne und dann ganz selten auch Megakaryocyten mit Zelleib nachweisen.

Wenn ich den Befund kurz rekapituliere, so finden wir bei einem ausgewachsenen männlichen Leoparden, der klinisch unter Darmstörungen unklarer Natur zugrunde gegangen ist und bei dem die Autopsie einen geringen Darmkatarrh zeigt, in der Milz bei der makroskopischen Betrachtung eine Reihe weisser, mässig transparenter Herde, die sich mikroskopisch als typische Knochenmarksherde erweisen, bestehend aus Fettzellen, Myelocyten, Lymphocyten, Myeloblasten, Leukocyten, Erythroblasten und Megakaryocyten. Eine myeloide Metaplasie konnte in der Milz weder in der Pulpa noch in den Follikeln nachgewiesen werden.

Die übrigen Organe zeigen ausser den Lungen, die in ihren

Kapillaren stellenweise mehr oder weniger degenerierte Megakaryocyten aufweisen, keine nennenswerten Veränderungen.

Ich habe seit dieser Beobachtung Gelegenheit gehabt, eine ziemlich grosse Zahl wilder Tiere z. T. aus derselben Spezies wie der Leopard und auch anlässlich einer Reise in Südafrika eine sehr grosse Zahl von Haustieren zu sezieren, konnte aber, obschon die Milz fast immer auch mikroskopisch untersucht wurde, nie mehr einen analogen Befund erheben.

Bei der Betrachtung dieser eigentümlichen Knochenmarksherde in der Milz erheben sich zunächst zwei Fragen: haben wir es zu tun mit eingeschleppten und dann weiter gewucherten Knochenmarkselementen oder handelt es sich hier um eine autochthone Bildung von Knochenmark, die nichts anderes zu bedeuten hat als eine weitere Entwicklung der hämatopoetischen Funktion, die der Milz im intrauterinen Leben unter normalen Verhältnissen zukommt. Gegen die zweite Hypothese spricht allerdings a priori die enorme Seltenheit solcher ausgebildeter Knochenmarksherde in der Milz.

Eine Entscheidung konnte hier nur auf experimentellem Wege gebracht werden. Dr. *Matsuoka* unternahm mit mir eine grössere experimentelle Untersuchungsreihe. Der Gang der Experimente war ohne weiteres klar vorgezeichnet. Wir mussten zunächst feststellen, ob es gelingen würde, Knochenmark in die Milz zu transplantieren und dieses unter verschiedenen Eingriffen und Reizungen als lebensfähiges Transplantat nachzuweisen. Dann musste eruiert werden, ob man eventuell experimentell eine myeloide Metaplasie der Milz erzeugen konnte, bei der mit der Zeit aus den myeloiden Herden eigentliches gemischtes Knochenmark wurde. Diese Untersuchungen versprachen uns ferner, ganz abgesehen von der speziellen Fragestellung, noch Aufklärung in einigen strittigen Punkten der Lehre der myeloiden Metaplasie der Organe.

Ich gebe in dieser Arbeit nur eine kurze Übersicht über die gewonnenen Resultate. Dr. *Matsuoka* wird über diese Untersuchungen in verschiedenen Arbeiten, die nächstens im Journal of pathology and bacteriology erscheinen werden, ausführlich referieren und dort auch die einzelnen Protokolle über die verschiedenen Experimente und die einschlägige Literatur bringen. Ausserdem wird Dr. *Matsuoka* über mehrere andere Fragen, die durch diese Experimente aufgeworfen wurden und die ihre Beantwortung fanden, berichten. Ich bringe die Experimente nur insoweit, als sie uns helfen, den eigentümlichen Befund von Knochenmarksherden in der Milz zu erklären.

Um einwandsfreie Resultate zu bekommen, haben wir unsere Untersuchungen auf eine ziemlich breite Basis gestellt. Die ge-

wonnenen Untersuchungsresultate stützen sich auf die Erfahrungen an 77 Kaninchen.

Über die Möglichkeit, Knochenmarksgewebe in die Milz mit Erfolg zu transplantieren, sind wir nur sehr unvollkommen orientiert. *O. M. Chiari* berichtet im Jahre 1912 in einer vorläufigen Mitteilung über einen Fall einer erfolgreichen Transplantation in die Milz. Das Kaninchen wurde einer intensiven Röntgenbestrahlung mit Abdeckung der Milzgegend ausgesetzt und zeigte 5 Monate nach der Transplantation ein ziemlich intensives Wachstum des transplantierten Knochenmarkes.

Wir haben nun in 32 Fällen autoplastisch Knochenmark in die Milz transplantiert. Wir entnahmen in Narkose Knochenmark dem Femur und brachten es in die Milz desselben Tieres. In 7 Fällen wurde eine homoioplastische Transplantation vorgenommen, d. h. wir brachten Femurmark eines Kaninchens in die Milz eines andern Kaninchens, wobei wir darauf achteten, wenn irgendwie möglich, die Transplantation an gleichaltrigen und gleichgefärbten Geschwistern des gleichen Geschlechtes vornehmen zu können. In drei Fällen wurde autoplastisch Knochenmark sowohl in die Milz wie in die Leber transplantiert; in zwei Fällen transplantierten wir nur in die Leber allein.

Um das Knochenmarksfett mit andern Fettsorten vergleichen zu können, transplantierten wir bei sechs Kaninchen autoplastisch Peritonealfett und in drei Fällen Fett aus der Nackengegend in die Milz.

Eine weitere Untersuchungsreihe wurde unternommen, um die biologische Wertigkeit des Transplantates festzustellen und dann um die sogenannte myeloide Metaplasie der Organe, besonders der Milz, hervorzurufen. Diese Untersuchungen sollten zeigen, ob es eventuell möglich wäre, bei starker, lange dauernder myeloider Metaplasie die Bildung von eigentlichem gemischtem Knochenmark in der Milz zu erzwingen.

Unsere Untersuchungen ergaben, um dies gleich vorwegzunehmen, dass die Transplantation des Knochenmarkes in die Milz mit grosser Regelmässigkeit positiv verläuft, und dass das Transplantat in der Milz sich sehr lange, bis über ein halbes Jahr, in vollkommener Funktionstüchtigkeit halten kann.

Bei der autoplastischen Transplantation von Knochenmark aus dem Oberschenkel in die Milz sieht man in der ersten Zeit nach der Transplantation in der Umgebung des Transplantates mehr oder weniger ausgesprochene Blutungen, durch die das Transplantat schon nach kurzer Zeit in ziemlich innigen Kontakt mit dem Milzgewebe kommt. Schon nach einigen Tagen kommt es zur Resorption dieser Blutungen, sodass im allgemeinen 11 Tage nach der Transplantation

diese Blutungen verschwunden sind. Infolge der Blutungen zeigen oft die peripheren Partien des Transplantates etwas seröse Durchtränkung. Dann wirken das Transplantat an und für sich und auch die Blutungen in dem Sinne, dass in der Milz eine Behinderung des Abflusses des Venenblutes zustande kommt und gleichzeitig auch eine geringe Auswanderung von Leukocyten und Lymphocyten. Fast zur gleichen Zeit, etwa 12 Stunden nach der Transplantation, wuchern Bindegewebszellen der Milzpulpa und dringen stellenweise in die Peripherie des Transplantates ein. Gleichzeitig zeigen sich auch vereinzelte Plasmazellen vom Typus Marschalkos. Vom zwölften Tage an sieht man hie und da Knochengewebe auftreten. Man kann nun ziemlich leicht den Nachweis leisten, dass hier neugebildeter Knochen vorliegt, und nicht eventuell Knochen aus der Spongiosa des Femur, der mittransplantiert wurde, weil dieser Knochen, wenn er mittransplantiert wird, sehr rasch nach der Transplantation zerfällt und gewöhnlich schon 6 Tage nachher zugrunde geht. Diese Knochenneubildung nimmt allmählich zu. Sie kann z. B. 6 Monate nach der Transplantation solche Grade erreichen, dass dann das Transplantat fast kontinuierlich von Knochen umgeben werden kann. Im Gegensatz zu dem raschen Zerfall des mittransplantierten Knochengewebes aus dem Femur halten sich nun die Markzellen ausserordentlich gut, und man kann bereits 5 Tage nach der Transplantation Regenerationserscheinungen der Markzellen nachweisen, indem sowohl in den Myeloblasten als auch in den Myelocyten Kernteilungsfiguren erkennbar sind. 50 Tage nach der Transplantation wird im allgemeinen die Regeneration des Knochenmarkes besonders deutlich. Die Regeneration ist vorzugsweise in der Peripherie des Transplantates ausgesprochen, während im Zentrum des Transplantates mehr atrophische Prozesse, meist aber in geringem Masse, nachzuweisen sind. 5 Monate nach der Transplantation zeigt das Transplantat mehr und mehr den Typus eines gemischten Markes, d. h. eines Markes, das aus Mark- und Fettzellen besteht. Es kommt mit zunehmendem Alter des Transplantates immer mehr ein Mark zum Vorschein, das vollkommen demjenigen entspricht, das man in den Oberschenkeln nachweisen kann.

Durch diese Untersuchungen ist also mit Bestimmtheit der Beweis geleistet, dass die spezifischen Knochenmarkselemente sich ausserordentlich gut in der Milz umzüchten lassen. Diese leichte Umzüchtbarkeit der Markelemente in der Milz steht mit manchen Angaben in der Literatur in einem gewissen Gegensatz; so erwähnen, um nur einige Autoren zu nennen, z. B. *Bruns* und *Maas*, dass bei Transplantation des Knochenmarkes unter die Haut, in die Bauchhöhle und zwischen die Muskeln, die Knochenmarkselemente sehr rasch verschwinden, und dass später nur neugebildeter Knochen vom Trans-

plantat übrig bleibt. Die erfolgreiche Autoplastik des Knochenmarkes in unsern Fällen ist hauptsächlich bedingt durch die Wahl der Milz als Mutterboden. Die Milz ist erstens sehr gut vascularisiert und stellt dann auch in biologischer Beziehung für das Mark einen ziemlich adäquaten Boden dar.

Die Fettzellen des transplantierten Knochenmarkes zeigen in den ersten Stunden nach der Transplantation stellenweise seröse Durchtränkung und seröse Atrophie. Der Gehalt der Fettzellen an Neutralfett nimmt ab, während die Blaufärbung mit Nilblau zunimmt. Die Fettzellen werden mit der Zeit mehr und mehr spindel- bis sternförmig und enthalten zum Schluss nur noch ganz geringe Mengen von Fett. Im allgemeinen erreicht allerdings das transplantierte Fett nicht den Grad der Atrophie und der Degeneration wie die transplantierten Markzellen. Es zeigt also mit andern Worten im grossen und ganzen mehr Resistenzfähigkeit als die spezifischen Markzellen. Diese grössere Resistenzfähigkeit ist auch den Knochenmarksriesenzellen oder den Megakaryocyten gegenüber nachzuweisen. Man findet in den ersten Stunden nach der Transplantation sowohl im Transplantat als auch in der umgebenden Milzsubstanz ziemlich reichlich Megakaryocyten. Diese Megakaryocyten zeigen sehr häufig, besonders wenn sie verschleppt sind, starke Schrumpfung des Kerns und Zerfall. Häufig liegen einfach nackte, degenerierte Megakaryocytenkerne vor. Was nun das weitere Schicksal der Fettzellen des transplantierten Knochenmarkes betrifft, so treten sie namentlich in der Peripherie des Transplantates in der Periode, in der das Transplantat stärkere Markhyperplasie aufweist, zurück; später aber, wenn das transplantierte Knochenmark mehr und mehr zur Ruhe kommt, kann man im ganzen Transplantat manchmal ausserordentlich reichlich typische grosse Fettzellen nachweisen.

Das vorher genannte Ödem des Transplantates und seiner Umgebung geht meistens schon nach einer Woche vollkommen zurück.

Man findet sehr häufig im Anschluss an die Transplantation von Knochenmark in die Milz eine stärkere Pigmentierung der Milzsubstanz, wobei mit der Berlinerblaureaktion das Pigment sich als Haemosiderin erweist. Dieses Pigment liegt entweder frei in der Milzsubstanz verstreut oder besonders um das Transplantat herum, oder dann intrazellulär und besonders in den Reticuloendothelzellen. Diese Pigmentierung kann schon 4 Tage nach der Transplantation ihren Anfang nehmen und z. T. auch auf die Follikel der Milz und auf das Transplantat selber übergreifen. Es ist selbstverständlich, dass z. T. die Intensität der Pigmentierung abhängig ist von der Intensität der Blutung bei der Transplantation. Wenn das Transplantat nach Wochen und Monaten wieder allmählich zur Ruhe

gelangt, so tritt auch der Pigmentgehalt der Milz mehr und mehr zurück, bis normale Werte entstehen.

Bei der Autoplastik des Knochenmarkes in die Milz kann man nun mit grosser Regelmässigkeit weitere Veränderungen in der Milzpulpa nachweisen. 5 Tage nach der Transplantation treten regelmässig zum Teil ganz entfernt vom Transplantat in der Milzsubstanz myeloide Herde auf. Das Auftreten dieser Herde in der eigentlichen Milzsubstanz fällt ziemlich mit dem Momente zusammen, in dem regenerative Wucherungen der Markzellen des Transplantates einsetzen. Im Beginn der Bildung der myeloiden Herde bestehen diese fast ausschliesslich aus Myeloblasten. Je grösser und zahlreicher die myeloiden Herde werden, umsomehr nehmen die Myelocyten in diesen Herden zu, wobei auch z. T. Mitosen nachzuweisen sind. Man kann auch einzelne Megakaryocyten finden, während die Vorstufen der roten Blutkörperchen, die Erythroblasten, meist erst später sich zeigen. Diese können bei geringgradigerer Ausbildung der myeloiden Herde eventuell auch ganz fehlen.

Die myeloiden Herde der Milzsubstanz treten im Beginn nur um das Transplantat auf; sobald aber die Wucherung der Markzellen im Transplantat stärker wird, findet man in der ganzen Milz myeloide Herde. Ausserordentlich interessant ist, dass solche Herde auch in Nebenmilzen, die zufälligerweise ja nicht selten vorkommen, auftreten können. Wenn das transplantierte Knochenmark zur Ruhe gelangt, d. h. ungefähr nach 4—5 Monaten, gehen auch die myeloiden Herde in der Milz vollkommen zurück.

Was nun die feinere Lokalisation dieser myeloiden Herde in der Milz betrifft, so zeigen sich die ersten Herde zunächst ausschliesslich in den Pulpasträngen; erst später treten dann auch myeloide Herde in den venösen Kapillaren der Milzpulpa und eventuell auch in den Lymphfollikeln auf.

Bei der Erklärung dieser myeloiden Herde liegt es natürlich am nächsten, sie rein mechanisch durch Einschwemmung von Seiten der Transplantatzellen her entstehen zu lassen, umsomehr, als z. B. eine Transplantation von reinem Fettgewebe, wie ich später noch zeigen werde, keine myeloide Metaplasie der Milz nach sich zieht. Eine weitere Möglichkeit zur Erklärung der myeloiden Metaplasie wäre darin gegeben, dass bei der operativen Schädigung des Femurmarkes Zellen in die Zirkulation hinein gelangen, die dann die Lungenkapillaren passieren und in der Milz abgelagert werden, und dort weiter wuchern. Diese Erklärung kann ich deswegen ablehnen, weil wir myeloide Metaplasie auch bei der Homoioplastik des Knochenmarkes nachweisen konnten. Dass diese myeloide Metaplasie eventuell durch den bei der Operation entstandenen Blutverlust bedingt

würde, kann auch sehr leicht ausgeschlossen werden, da der Blutverlust bei den Tieren nie derart war, dass daraus eine sekundäre Anaemie resultiert wäre. Wir haben dann, um namentlich die Annahme einer Einschleppung von Markzellen aus dem Knochenmark auszuschliessen, das Blut genauer untersucht; wir konnten dort keine Markzellen nachweisen. Was nun die Frage der Verschleppung der Markzellen aus dem Transplantat in die Milzpulpa betrifft, so lässt sich folgendes sagen. Bei den Experimenten sah man in den ersten Tagen nach der Transplantation in den Venensinus der Milz Megakaryocyten, während andere Markzellen fehlen. Wenn die myeloiden Herde auftreten, findet man gewöhnlich in den Venensinus keine Megakaryocyten mehr. Wenn wirklich die myeloiden Herde aus den Myelocyten des Transplantates hervorgehen würden, so müsste man erwarten, dass die ausgeschwemmten Zellen hauptsächlich aus den ziemlich ausgereiften Markzellen und nicht aus Myeloblasten bestehen. Ich habe nun bereits vorher hervorgehoben, dass dem nicht so ist, sondern dass die ersten Zellen besonders Myeloblasten sind. Dieser Befund und die Berücksichtigung der Lokalisation in den Pulpasträngen und nicht in den Blutgefässen der Milz sprechen dafür, dass hier eine autochthone Genese der myeloiden Elemente vorliegt. Wir bekamen bei unsern Experimenten z. T. Bilder, die fast völlig den Bildern entsprechen, wie man sie im embryonalen Organismus finden kann, bei dem die Haematopoese noch im vollen Gange ist.

Was nun die Mutterzellen dieser myeloiden Herde betrifft, so ist es wahrscheinlich, dass diese myeloiden Zellen weder aus den Pulpaelementen, noch aus den Lymphzellen im weiteren Sinne des Wortes, noch aus Gefässendothelien im Sinne von *Schridde* und *Lobenhofer* hervorgehen, sondern aus Bindegewebselementen, die den Adventitiazellen von *Marchand* am ehesten entsprechen.

Bei der *Homoioplastik* von Femurmark in die Milz erhielten wir folgende Befunde: die Adaptation des Transplantates an den Mutterboden ist bei der Homoioplastik ebensogut wie bei der Autoplastik. Die Bindegewebswucherung um das Transplantat und auch im Transplantate selbst ist im allgemeinen stärker als bei der Autoplastik und nimmt mit zunehmendem Alter noch zu. Das transplantierte Knochenmark zeigt bei der Homoioplastik viel mehr regressive Prozesse als progressive. So ist es ohne weiteres erklärlich, dass dieses Transplantat, obschon auch in ihm Regenerationserscheinungen der Markzellen nachzuweisen sind, 4—5 Monate nach der Transplantation meistens auf kleine Herde von Bindegewebe und Parenchymzellen reduziert ist. Die Fettzellen erweisen sich auch bei der Homoioplastik resistenter als die spezifischen Markzellen. Bei der Homoioplastik von Knochenmark in die Milz kommt es ebenfalls

zur Bildung von myeloiden Herden in der Milzpulpa, die manchmal sehr stark ausgeprägt sein können. Auch hier zeigt es sich, dass die ersten Zellen besonders Myeloblasten sind. Mit zunehmendem Alter treten auch bei der Homoioplastik die myeloiden Herde wieder zurück.

Interessant sind die Befunde in den operierten *Oberschenkeln.* Die mikroskopische Untersuchung zeigte unmittelbar nach dem operativen Eingriff ziemlich intensive Blutungen, die zu regressiven Prozessen der Fettzellen und auch der spezifischen Markzellen in diesen Bezirken führen. Dann tritt eine exquisite Wucherung der Markelemente auf, so dass meistens schon 3 Wochen nach der Operation weitgehende Regeneration des Knochenmarkes nachzuweisen ist und meistens nur der stärkere Pigmentgehalt der operierten Stelle eine Unterscheidung von andern Stellen des Knochenmarkes im Oberschenkel erlaubt.

Bemerkenswert ist, dass in einer Reihe von Fällen bei Autoplastik des Knochenmarkes in die Milz neben den myeloiden Herden in der Milz auch solche in der Leber und in einigen Fällen auch in der Niere nachgewiesen werden konnten.

Wir haben nun auch versucht, Knochenmark in die *Leber* zu transplantieren und zwar autoplastisch. Der Versuch wurde an fünf Tieren vorgenommen. Die Verklebung des Transplantates mit dem Lebergewebe geschieht im allgemeinen fast ebenso rasch wie in der Milz. Auch in der Leber kommt es durch das Transplantat selbst und durch die Blutungen zu einer im allgemeinen allerdings nur geringgradigen, lokalisierten Stauung. Im Zentrum des Transplantates kann man in den ersten Tagen nach der Verpflanzung noch geringe Zeichen von Wucherung nachweisen. Eine heterogene Regeneration von Seiten der eigentlichen Lebersubstanz in der direkten Umgebung des Transplantates ist nicht nachzuweisen; es fehlen auch die myeloiden Herde in der Leber und auch in der Milz konnten wir in diesen Fällen keine Rückwirkung des Transplantates der Leber in dem Sinne nachweisen, dass eine myeloide Metaplasie sich ausgebildet hätte. Auch bei dieser Art von Transplantation erweisen sich die Fettzellen resistenter als die Markzellen; zum Schlusse aber wird doch das ganze Transplantat in der Leber resorbiert, so dass schon nach 1—2 Monaten das Transplantat gewöhnlich völlig verschwunden ist. Diese rasche Resorption des Transplantates entspricht den Befunden, die *Minura* erheben konnte, indem auch bei ihm bei Transplantationen des Knochens das Knochenmark etwa ein Monat nach der Verpflanzung in der Leber verschwunden war.

Wir versuchten nun *Fettgewebe* in die Milz zu transplantieren, um die Reaktion der Milz auf eine solche Transplantation festzustellen und namentlich auch um eventuelle Differenzen in der Re-

aktion und der Vitalität des Fettes des Knochenmarkes und des Fettes, wie man es im subcutanen Fettgewebe oder auch im peritonealen Bindegewebe findet, festzustellen. Diese Versuche stützen sich auf 9 Experimente. Ich habe schon bei der Autoplastik und bei der Homoioplastik des Knochenmarkes hervorgehoben, dass im allgemeinen die Fettzellen des Markes resistenter sind als die Markelemente. Das Fettgewebe des Peritoneums und aus dem sogenannten primitiven Flemmingschen Fettorgan der Nackengegend erwies sich bei der Verpflanzung als sehr resistenzfähig. Die Milz reagierte z. T. mit einer stärkeren zelligen Infiltration bei der Transplantation, die aus Lymphocyten und Leukocyten besteht. In den ersten Tagen nach der Fettransplantation sieht man manchmal in der ganzen Milz vereinzelte verschleppte Fettröpfchen in den Venensinus. Gleichzeitig kann man meistens auch eine Erhöhung des Lipoidgehaltes der Reticulo-Endothelzellen nachweisen. Die Fettzellen des Transplantates werden z. T. etwas atrophisch. Später aber erholt sich das Fettgewebe mehr und mehr; man kann dann sehr leicht nachweisen, dass auch einzelne Bindegewebezellen der benachbarten Milzpulpa zu Fettzellen umgewandelt werden. Eine besondere bindegewebige Umhüllung um das Transplantat ist nicht nachweisbar. 100 Tage nach der Transplantation ist das Fettgewebe bereits völlig adaptiert. Ein Unterschied in dem Verhalten des transplantierten Peritonealfettes oder des transplantierten primitiven Fettorganes ist nicht nachweisbar.

Wir sehen also aus diesen Experimenten, dass sowohl das Knochenmarksfett als auch das Fett im Peritoneum, wie endlich dasjenige des sogenannten primitiven Fettorganes der Nackengegend mit Erfolg in die Milz transplantiert werden können.

Bei diesen Transplantationen von Fettgewebe fand sich nirgends eine myeloide Metaplasie weder in der Milz noch in andern Organen.

Eine grössere Untersuchung und eine Reihe von Experimenten wurden dann dadurch bedingt, dass wir die Vitalität des transplantierten Knochenmarkes zu bestimmen suchten. Wir wollten feststellen, ob eventuell durch bestimmte Einflüsse Veränderungen des Transplantates bedingt werden können, die mit den Veränderungen des Knochenmarkes in den Knochen korrespondieren. Wir haben zu dem Zwecke zunächst mehrere Tiere, bei denen eine Transplantation von Knochenmark in die Milz vorgenommen war, mit Kulturen von Staphylokokken, Streptokokken und Tuberkelbazillen behandelt. Ich möchte nur kursorisch auf die dabei gewonnenen Resultate eingehen. Bei den Kaninchen, die 4—7 Wochen nach der Injektion von Strepto- und Staphylokokkenkulturen an chronisch verlaufender Sepsis zugrunde gegangen waren, fand man erstens eine Umwandlung des gewöhn-

lichen Knochenmarkes in den Knochen in ein zellreiches Mark und merkwürdigerweise auch eine ganz analoge Metamorphose des Transplantates. In andern Fällen fand man sowohl im Mark der langen Röhrenknochen, als auch im transplantierten Knochenmarke stellenweise gallertige Umwandlung neben zellreichem Gewebe. Interessant ist, dass man bei chronischer Infektion in der Milz noch myeloide Herde zu einer Zeit nachweisen konnte, in der bei nicht behandelten Tieren solche Herde nach der Transplantation nicht mehr gefunden werden. Die mikroskopischen Befunde sprechen hier ebenso für eine autochthone Genese der myeloiden Herde. Das Auftreten dieser myeloiden Herde bei chronischer Infektion stimmt gut mit Befunden der Humanpathologie überein.

Die Infektion mit *Tuberkelbazillen,* die bei 3 Tieren mit Milztransplantation vorgenommen wurde, zeigte, dass hier eine Reaktion auf das Knochenmark und auch eine Reaktion auf das Transplantat und die Milzpulpa nur in geringem Grade eintritt.

Besonders wertvoll war für die Prüfung der biologischen Resistenz des transplantierten Knochenmarkes ein Versuch mit Blutgiften und mit wiederholten Aderlässen. Wir konnten durch Aderlässe die Tiere ziemlich anaemisch machen. Diesen Untersuchungen liegen zum Teil wieder Fälle mit Transplantation zugrunde. Das in die Milz transplantierte Knochenmarkstück war in den meisten Fällen nach den Aderlässen vergrössert und meistens zu einem zellreichen Marke umgewandelt. Man sah auch hier, dass die Reaktion des Transplantates ganz parallel ging der Reaktion des Knochenmarkes in den Knochen. Die Milz antwortete mit einer myeloiden Metaplasie und mit einer Vermehrung des Lipoidgehaltes der Reticulo-Endothelzellen. Interessant ist, dass die myeloide Metaplasie in der Milz, in die Knochenmark transplantiert wurde, gleich stark ausgesprochen ist, wie bei Tieren, bei denen keine Transplantation vorgenommen und bei denen ebenfalls Aderlässe stattgefunden haben. Eine geringgradige myeloide Metaplasie war auch in der Leber und in den Nieren nachweisbar. Die myeloiden Herde waren auch hier in der Milz besonders in den Pulpasträngen gelagert, und bestunden vorzugsweise aus Myelocyten und Myeloblasten und wenig Normoblasten. Man konnte auch zeigen, dass, wenn einmal durch eine Reihe von Aderlässen ein bestimmtes Stadium einer posthaemorrhagischen Anaemie sich ausgebildet hat, dann in spätern Zeiten schon sehr geringgradige Blutentziehungen genügen, um diese Anaemie aufrecht zu erhalten, indem die Regenerationskraft des Knochenmarkes allmählich abnimmt.

Wir haben dann auch Tiere, bei denen wir zunächst die Milz operativ entfernten, einer Reihe von Aderlässen ausgesetzt, um die Frage der experimentellen myeloiden Metaplasie der Leber etwas ge-

nauer zu studieren. Wir konnten im allgemeinen bei solchen Tieren in der Leber viel weniger myeloide Herde finden als bei nicht entmilzten Tieren.

Eine weitere Versuchsreihe beschäftigte sich mit den Veränderungen, die nach Darreichung von Pyrogallol entstehen. Pyrogallol ist schon seit langer Zeit als ein schweres Blutgift bekannt und wurde stets bei experimentellen Anaemien benutzt. Wir nahmen hier drei Versuchsreihen vor, indem wir die Pyrogalloleinwirkung bei normalen Tieren, dann bei Tieren, bei denen zunächst die Milz entfernt war und endlich bei Tieren, bei denen Knochenmark in die Milz transplantiert wurde, untersuchten. Unsere Befunde waren folgende: das transplantierte Knochenmark war bei allen Versuchen in ein ziemlich zellreiches rotes Mark umgewandelt, in dem Myeloblasten und Erythroblasten vorwiegen konnten. Die Milz war stets vergrössert und zeigte eine starke Anhäufung von Blutpigment und dann zahlreiche, oft in Gruppen zusammenstehende, myeloide Herde. In der Leber fand man ebenfalls ziemlich reichlich Blutpigment, namentlich in den Kupfferschen Sternzellen und einzelne myeloide Herde, die auch in den Nieren nachzuweisen waren. Im Knochenmark der Knochen konnte man zellreiches Mark nachweisen. Bei schweren Vergiftungen fand man hie und da auch Partien von Gallertmark im Femur. Kam Gallertmark im Knochenmark des Oberschenkels vor, so konnte man meistens auch im Transplantate Inseln von Gallertmark nachweisen. Bei den entmilzten Kaninchen konnten wir durch Pyrogallol ebenfalls eine starke Anaemie hervorrufen, die z. T. fast noch stärker war als bei den milzhaltigen Tieren. In der Leber waren nur wenig myeloide Herde nachzuweisen. Interessant war, dass bei entmilzten Tieren besonders die Lymphdrüsen stark pigmenthaltig wurden. Unsere Befunde sprechen also ebenfalls dafür, dass bei fehlender Milz die Lymphdrüsen die Fähigkeit bekommen, Eisen zurückzuhalten. Da wir auch bei entmilzten Tieren, allerdings in geringerer Menge, in der Leber myeloide Herde bekommen, so spricht dieser Befund gegen die Theorie, nach der die myeloiden Herde der Leber besonders durch Einschwemmen von Myelocyten aus der Milz zustande kommen.

Man kann die gewonnenen Resultate in einigen Sätzen folgendermassen zusammenfassen. Bei Kaninchen gelingt es, konstant autoplastisch Knochenmark in die Milz zu transplantieren. Das transplantierte Knochenmark zeigt dieselbe Reaktionsmöglichkeit wie das übrige Knochenmarksgewebe in den Knochen, indem es durch verschiedene Blutgifte und durch Aderlässe in selbem Sinne beeinflusst wird. Kurze Zeit nach der Transplantation tritt eine mye-

loide Metaplasie der Milz auf, die dann aber verschwindet, wenn das transplantierte Knochenmark zur Ruhe gelangt. Diese myeloide Metaplasie ist, wie die Berücksichtigung der topographischen Verhältnisse zeigt, nicht die Folge einer Verschleppung von Knochenmarkszellen aus dem Transplantat oder aus dem Knochenmark der langen Röhrenknochen, sondern sie entsteht autochthon aus *Marchand*'schen Adventitiazellen in der Milz. Durch das Knochenmark, das in die Milz transplantiert wird, wird also ein myeloider Proliferationsreiz auf die Milz ausgelöst. Die homoioplastische Transplantation von Knochenmark in die Milz gelingt ebenfalls sehr leicht; nur wird dann nach Ablauf von ca. 5—6 Monaten das Transplantat resorbiert. Bei der homoioplastischen Transplantation kommt es ebenfalls zu einer myeloiden Metaplasie der Milz. Die Fettzellen des Knochenmarkes sind im allgemeinen etwas resistenter als die Markzellen; sie verhalten sich im allgemeinen biologisch ganz gleich wie gewöhnliche Fettzellen. Bei der Transplantation von Knochenmark in die Leber wird das Transplantat rasch resorbiert. Eine myeloide Metaplasie ist in der Leber kaum ausgesprochen und fehlt in der Milz dabei vollkommen. Wenn in der Leber und auch in den Nieren myeloide Metaplasie vorkommt, so sind die Herde meistens extravasculär. Diese myeloiden Herde der Leber entstehen auch dann, wenn zunächst ein Kaninchen entmilzt worden ist. Auffallend ist allerdings, dass die milzhaltigen Kaninchen bei experimentell bedingter Anaemie reichlicher myeloide Herde in der Leber haben als die entmilzten. Merkwürdigerweise sind auch degenerative Prozesse im Leberparenchym bei der experimentellen Anaemie bei milzhaltigen Kaninchen stärker als bei den entmilzten Tieren. Man steht also unter dem Eindruck, dass bei den milzhaltigen Tieren aus der schwer geschädigten Milz Stoffe in die Leber kommen, die dort besondere Veränderungen hervorzurufen befähigt sind.

Diese ausgedehnten experimentellen Untersuchungen haben ergeben, was ja völlig mit Experimenten anderer Autoren übereinstimmt, dass selbst bei einer sehr schweren und lange dauernden myeloiden Metaplasie der Milz ein Weiterwuchern der myeloiden Herde in dem Sinn, dass typisches gemischtes Mark daraus wird, nicht vorkommt. Diese Befunde sind wohl so eindeutig, dass ich ohne weiteres es ablehnen kann, die Knochenmarksherde in der Leopardenmilz als Endstadien einer einmal aus irgend welchen Gründen einge-

tretenen postuterinen myeloiden Metaplasie zu bezeichnen. Diese Befunde machen es auch sehr unwahrscheinlich, dass diese Herde gemischten Knochenmarkes in der Milz eine eigentümliche Weiterentwicklung der normalen myeloiden Herde der embryonalen Milz darstellen.

Unsere Experimente scheinen dafür zu sprechen, dass wir es hier bei den Knochenmarksherden in der Milz mit Produkten einer durch das Tier selbst besorgten autoplastischen Transplantation von Knochenmark zu tun haben, d. h. dass hier eine ausgedehnte *Parenchymembolie* vorliegt. Über das Schicksal embolisierter Parenchymzellen und ganzer Gewebe existiert eine ausgedehnte Literatur. Ich möchte hier nur etwas genauer auf die Veränderungen eintreten, welche embolisierte Knochenmarkselemente und ganze Knochenmarksfetzen durchmachen.

Durch zahlreiche Untersuchungen sind wir orientiert, dass Knochenmarkszellenembolien, namentlich Megakaryocytenembolien und selbst Knochenmarksgewebsembolien sehr häufig bei Menschen und auch bei Tieren durch mechanische oder toxische oder infektiöstoxische Prozesse bedingt werden können. Dr. *Matsuoka* und ich konnten auch bei unseren Experimenten fast konstant Embolien von Knochenmarksriesenzellen in den Lungenkapillaren nachweisen, wobei man auf freie pyknotische Kerne und auf protoplasmahaltige Riesenzellen stiess. Für unsere Beobachtung von Knochenmarksherden in der Leopardenmilz ist interessant, dass man beim Töten der Kaninchen durch Nackenschlag nicht selten ausgedehnte Embolien von Knochenmarksgewebe fand. Dabei handelte es sich bald um reines Fettmark, bald um gemischtes Mark. Bei den pyknotischen Kernen, die man bei embolisierten Knochenmarksriesenzellen in der Lunge findet, braucht es sich auch nach unseren Untersuchungen nicht um Kernalterationen zu handeln, die sich erst in den Lungenkapillaren ausbilden, da man auch bei operierten und nicht operierten Tieren die gleichen pyknotischen Kerne im Knochenmark finden kann.

Diese verschleppten Knochenmarksriesenzellen und auch die verschleppten Knochenmarksgewebsfetzen gehen nach den Untersuchungen von *Lubarsch,* seines Schülers *Lengemann,* von *Maximow, Ogata,* um nur einige Autoren zu nennen, in den Lungengefässen schon nach einigen Tagen völlig zugrunde.

Für unsere Beobachtung von Knochenmarksgewebe in der Milz nehme ich als weitaus das Wahrscheinlichste an, dass hier durch eine spontane autoplastische Transplantation Knochenmark in die Milz gelangt ist. Wenn man die bereits kurz genannten Erfahrungen der Pathologie berücksichtigt, so ist eine solche Annahme wohl ohne weiteres gegeben. Wir haben allerdings bei der Autopsie des

Leoparden keine Knochenläsion, die für die Verschleppung des Knochenmarkes in Betracht kommen könnte, nachweisen können, wobei wir aber ohne weiteres zugeben, dass eine geringere ältere Läsion sehr leicht übersehen werden kann. Der positive oder negative Befund einer solchen Läsion ist allerdings im Prinzip ziemlich gleichgültig, da schon ganz geringgradige und nicht immer traumatische Beeinflussungen des Knochenmarkes genügen, um ausgedehnte Embolien von Parenchymzellen und von ganzen Parenchymstücken herbeizuführen.

Eine viel grössere Schwierigkeit besteht darin, den Weg festzustellen, auf dem die Knochenmarksherde in die Milz gelangt sind. Bei ganz intakter Zirkulation müssen wir annehmen, dass die Knochenmarksherde die Lungenkapillaren passiert haben. Bei der Grösse der einzelnen Milzherde ist diese Annahme allerdings etwas gezwungen. In Berücksichtigung unserer experimentell gewonnenen Resultate können wir uns aber sehr wohl vorstellen, dass die zunächst kleinen Knochenmarksherde nach ihrer Ansiedelung in der Milz weiter gewachsen sind.

Viel unwahrscheinlicher ist die Annahme, dass vielleicht durch ein offenes Foramen ovale eine paradoxe Embolie sich ausgebildet hat. Das Protokoll bemerkt nichts von einem Offenbleiben des Foramen ovale. Zur Zeit, in der die Knochenmarksherde in die allgegemeine Zirkulation gelangten, wurden sicher Herde in die verschiedensten Organe verschleppt. Wir konnten sie aber trotz ausgedehnter histologischer Untersuchung nur in der Milz nachweisen. Dieser Befund von Knochenmarkselementen nur in der Milz erklärt sich aber sehr leicht erstens in Berücksichtigung der früher kurz skizzierten Literatur über Knochenmarksembolien und dann auch in Berücksichtigung der Resultate der experimentellen Transplantation von Knochenmark in die verschiedenen Organe. Unsere Transplantationsresultate waren auch nur für die Milz positiv, während z. B. das Transplantat in der Leber schon nach kurzer Zeit verschwand. Die Milz ist deswegen für die Transplantation so günstig, weil sie einen adäquaten Boden für das Knochenmark darstellt.

Durch unsere experimentellen Untersuchungen sind wir auch in den Stand gesetzt, über das Alter der Knochenmarksherde in der Milz Auskunft zu geben. Die Herde in der Milz entsprechen völlig einem ruhenden, ganz der neuen Umgebung angepassten, gemischten Knochenmark. Wir erhielten solche Bilder 4—5 Monate nach erfolgreicher Transplantation. Unsere experimentellen Befunde machen es also sehr wahrscheinlich, dass die Milzherde beim Leoparden mindestens 4 Monate alt sind; es ist aber selbstverständlich, dass sie viel älter, vielleicht Jahre alt, sein können.

Mit einem Wort will ich noch auf die gefundenen Megakaryocyten ausserhalb der Knochenmarksherde in der Milz und auf die Knochenmarksriesenzellen in den Lungenkapillaren eingehen. Bei den erstern handelt es sich wohl um ganz lokale Verschleppungen aus den Knochenmarksherden in der Milz, da man sie besonders in der Nähe solcher Herde findet, in deren Peripherie ziemlich reichlich Knochenmarkriesenzellen vorkommen. Bei den Megakaryocyten der Lungen liegen wohl die gewöhnlichen Knochenmarksriesenzellen vor, wie man sie so häufig unter den verschiedensten Bedingungen finden kann. Welches Moment gerade bei dem Leoparden diese Ausschwemmung in die Lungenkapillaren bedingt hat, vermag ich nicht anzugeben.

Dieser Befund von Knochenmark in der Milz, der die Veranlassung zu ausgedehnten experimentellen Untersuchungen war, ist umgekehrt wieder eine sehr hübsche Bestätigung unserer durch das Experiment gewonnenen Resultate. In diesem Falle hat die Natur selbst durch eine ausgedehnte autoplastische Transplantation von Knochenmark in die Milz dokumentiert, dass solche Herde in der Milz angehen und sich dort wohl Monate, eventuell auch Jahre hindurch als vollwertiges gemischtes Mark halten können.

Literatur [1]).

Chiari, O. M. Vorläufige Mitteilung über Knochenmarkstransplantation. Münch. med. Wochenschr. 1912 Heft 46.

Foà —. Beitrag zum Studium des Knochenmarks. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Bd. 25, 1899.

Lengemann, R. Ueber die Schicksale verlagerter und embolisierter Gewebsteile im tierischen Körper. Dissert. Rostock 1897.

Lengemann, P. Knochenmarksveränderungen als Grundlage von Leukocytose und Riesenkernverschleppung. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Bd. 29, 1901.

Lubarsch. Zur Lehre der Parenchymzellenembolie. Fortschritte der Medizin, 1893.

Lubarsch. Ueber Knochenmarksgewebsembolie. Virchows Archiv, Bd. 151, 1898.

Lubarsch. Zur Lehre von den Geschwülsten und Infektionskrankheiten. Wiesbaden 1899. Verlag von Bergmann.

Lubarsch. Die allgemeine Pathologie. Bd. 1, 1. Abteilung. Wiesbaden 1905. Verlag von Bergmann.

Maximow. Zur Lehre von der Parenchymzellenembolie der Lungenarterien. Virchows Archiv, Bd. 151, 1898.

Ogata, S. Megakaryocytenembolie und Knochenmarksembolie in Lungenkapillaren. Zieglers Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, Bd. 53, 1912.

Pathologisch-anatomisches Institut der Universität Basel, 16. März 1917.

---

[1]) Eine ausführliche Literaturbesprechung findet sich in den Arbeiten von Dr. Matsuoka im Journal of pathology and bacteriology 1917.

Ein neuer Fall von Symbiose zwischen einem Bakterium und einem Pilz.

Von

W. Bally.

Als Zederbauer in einer 1903 erschienenen Abhandlung erklärte, die von Zukal, Thaxter und früheren Autoren unter dem Namen *Myxobakterien* beschriebenen Organismen seien nichts anderes als eine Symbiose von Pilzen und Bakterien, „Spaltpilzflechten", wie er sich in Anlehnung eines Vorschlags von Wettstein ausdrückte, stiess er auf ein allgemeines Schütteln des Kopfes. Schon der erste Kritiker der Arbeit, Solms-Laubach, hat auf die stark anzuzweifelnden Resultate Zederbauers hingewiesen und bei der Gelegenheit daran erinnert, dass er selbst bei einem früheren Aufenthalt in Java echte Myxobakterien gesehen habe. 1904 haben sich dann gleichzeitig der Entdecker der Myxobakterien, Thaxter, und E. Baur zu den Zederbauer'schen Angaben geäussert.

Thaxter konnte den Vorwurf Zederbauers, er selbst habe Symbiosen von Pilzen und Bakterien als „*Myxobakterien*" angesehen, zurückweisen und zu gleicher Zeit zeigen, dass es sich bei den ihm in Kulturen und Präparaten von Zederbauer übersendeten angeblichen *Myxobakterien* im einen Fall, bei *Myxococcus incrustans*, wahrscheinlich um ein ausgetrocknetes, verschimmeltes Plasmodium eines *Myxomyceten*, das durch reichliche Fruktifikationen eines *Torula*-ähnlichen *Hyphomyceten* geschwärzt erscheint und in dem sich natürlich auch Bakterien ansiedeln können, im andern, bei dem von Zederbauer als *Chondromyces glomerulatus* beschriebenen Organismus um die wohlbekannte Tremellinee *Coryne sarcoides* (Jacq.) Tul. (= *Tremella sarcoides Fries*) handelt, die wohl meines Erachtens zufällig in Bakterienkolonien hineingeraten ist.

Kürzer wird Zederbauer von E. Baur abgefertigt: „Ich bin überzeugt, Zederbauer hat überhaupt nie ein richtiges *Myxobakterium* gesehen, sonst hätte er eine derartige verkehrte Ansicht ganz unmöglich vertreten können. Die von ihm beschriebenen Or-

ganismen mögen ja so etwas wie eine Symbiose zwischen Fadenpilzen und Bakterien sein, mit den von Schröter, Thaxter, Zukal u. a. beobachteten *Myxobakterien* haben sie aber auch nicht das mindeste zu tun."

Die schönen Untersuchungen von Thaxter, Baur, Quehl und Vahle lassen denn auch heute jeden Zweifel an dem Vorhandensein von Myxobakterien, die sogar eine recht formenreiche Familie darstellen, nichtig erscheinen, mag man auch über ihre systematische Stellung noch so verschiedener Ansicht sein. Das musste schliesslich auch Zederbauer (06) in seiner letzten Arbeit, die ich leider nur nach dem Sammelreferat von Pavillard kenne, zugeben. Ein Teil der als Myxobakterien beschriebenen Organismen seien echte Myxobakterien, ein anderer Teil richtige Bakterien, ein dritter endlich Symbiosen von Bakterien und Pilzen, Spaltpilzflechten, zu diesen gehöre zum Beispiel — was mir nach der sorgfältigen spätern Arbeit Vahles höchst unwahrscheinlich vorkommt[1]) — auch Chondromyces crocatus. Vorsichtiger drückt sich der Lehrer Zederbauers, Wettstein, in seinem Handbuch der systematischen Botanik aus: „Die Auffassung E. Zederbauers, nach der die Myxobakterien eine Vereinigung von Pilzen und Spaltpilzen darstellen, ist irrtümlich und beruht auf der Untersuchung von zur Entscheidung der Frage nicht geeigneten Materials, die Tatsache, dass eigentümliche Verbindungen von Pilzen und Spaltpilzen existieren, geht aber aus seinen Untersuchungen hervor, nur haben diese Formen mit den echten *Myxobakterien* nichts zu tun."

Viel Anklang haben diese „Symbiosen" auf keinen Fall gefunden, denn sie werden weder in dem inzwischen erschienenen Artikel „Symbiose" des Handwörterbuchs der Naturwissenschaften, noch in dem trefflichen Aufsatz des früher auch in Wien tätigen und mit den Arbeiten Zederbauers wohl sicher bekannten Vouk erwähnt. Es deutet das wohl darauf hin, dass solche Symbiosen nicht allzu häufig sind. In den Fällen, wo Pilze oder Algen Schleim ausscheiden, bietet dieser natürlich manchmal einen willkommenen Nährboden für alle möglichen Bakterien. Aber man wird sich hüten müssen, dabei gleich von Symbiose zu sprechen. Ein mehr oder weniger unschuldiger Parasitismus dürfte das gegenseitige Verhältnis besser bezeichnen. Um was es sich bei dem von mir untersuchten

---

[1]) Während der Korrektur bin ich in den Besitz der Arbeit von Zederbauer (06) gelangt. Ein erneuter Vergleich mit den Angaben Vahles stimmt mich jetzt etwas mehr für Zederbauer. Die Gründe dafür anzuführen, fällt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Immerhin scheint mir trotz der vielen bisherigen Forschungen eine erneute Untersuchung von Chondromyces crocatus nicht überflüssig.

Fall handelt, das soll nach der Beschreibung des Vorkommens, Aussehens und der Kulturen der zu beschreibenden Lebensgemeinschaft diskutiert werden.



Fig. 1.

Fig. 1. Koremium van Dendrostilbella macrospora. in Wasser. 2. DD.[1])

---

[1]) Alle Figuren sind mit der Abbéschen Camera gezeichnet. Die arabischen Ziffern geben die zur Zeichnung verwendeten Oculare, die Buchstaben die Objektive des Zeissschen Mikroskopes an.

Im Februar 1917 zeigten sich auf Pferdemist, den ich, um Pilze für das Praktikum zu gewinnen, hielt, und der einige Zeit unter einer Glasglocke auf dem Heizkörper der Dunkelkammer des Instituts, bei einer Temperatur, die wohl um 30⁰ betragen haben mag, gestanden hatte, besonders an dunkeln Stellen und da wieder Strohstücke bevorzugend $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm hohe, mit einem auf Berührung hin leicht zerfliessenden Köpfchen versehene an *Mucorineensporangien* erinnernde Gebilde. Eine flüchtige mikroskopische Untersuchung einiger dieser in Fig. 1 abgebildeten Pilze liess mir den Pilz als eine *Myxobakterie* erscheinen. Auf einem keine deutlichen Hyphen erkennen lassenden, etwa 200 μ langen Stiel sassen in Schleim eingebettet ausserordentlich grosse, an die Cysten von *Chondromyces* erinnernde sporenartige Gebilde. Bei stärkerer Vergrösserung waren auch in diesem Schleim zahlreiche Bakterien zu erkennen. Ich war also der Meinung, ich habe es mit einem *Chondromyces* zu tun, der sich allerdings durch seine weisse Farbe von den bisher beschriebenen Arten unterscheidet. Die Verfolgung der Lebensgeschichte im hängenden Tropfen und besonders auf Mistdekoktagarkulturen sollte mich bald eines andern belehren.

Impfte ich dem Köpfchen entnommenes Material auf eine Petrischale mit Mistdekoktagar, so bot sich mir stets das Bild einer mattweissen, später gelb werdenden, etwas opaleszierenden mit scharfem Rand begrenzten Bakterienkolonie, an deren Peripherie nach ein bis zwei Tagen Pilzhyphen aussprossten. Bald vermochte die Bakterienkolonie dem nach allen Seiten auswachsenden Pilz nicht mehr zu folgen, die Hyphen wuchsen nun bakterienfrei weiter. Nicht lange dauerte es auch, bis sich auf der Bakterienkolonie die oben beschriebenen Fruktifikationen des Pilzes zeigten, sie wuchsen bald zu äusserst stattlichen Gebilden an, es konnte auch gelegentlich einmal vorkommen, dass zwei oder drei solcher schleimiger Köpfchen zusammenflossen und dass dann die Sporenmasse wie ein grosser Klumpen auf zwei oder drei Füssen stand. Auch hier zeigten sich im Schleim, der die Sporen zusammenhielt, stets die Bakterien. Sie lassen sich besonders gut mit den in der Bakteriologie üblichen Färbemethoden nachweisen. So färben sie sich intensiv mit dem Ziehlschen Karbolfuchsin, eine Färbung, bei der die Pilzsporen infolge allzu intensiver Speicherung keine deutlichen Inhaltsbestandteile mehr erkennen lassen (Fig. 2).

Was ich sonst bis jetzt über die Bakterien ermittelt habe, sei gleich beigefügt. Eine nähere Beschreibung behalte ich mir für später vor. Es sind 4 μ lange, $^1/_2$ μ breite, lebhaft bewegliche Stäbchen. Über die Begeisselung habe ich mich noch nicht orientiert. Sporenbildung ist deutlich wahrzunehmen. In jungen Kulturen finden sich selten, in

alten häufiger sporenbildende Stäbchen mit ein oder zwei Sporen. Das Bild erinnert ganz an den altbekannten *Bacillus subtilis*. Auf zweiprozentigem Mistdekoktagar lassen sie sich, wie erwähnt, gut kultivieren; auf zehnprozentiger Bierwürzegelatine erfolgt langsameres Wachstum ohne Verflüssigung. Auch das kulturelle Verhalten soll noch näher untersucht werden, hier sei nur bemerkt, dass die Kultur der Bakterien ohne den zugehörigen Pilz ganz gut zu bewerkstelligen ist.

Verfolgen wir das weitere Schicksal der der Bakterienkolonie entwachsenen Pilzfäden! Zu meinem Erstaunen traten in einiger



Fig. 2.

Fig. 2. Teil eines Köpfchens auf dem Deckglas angetrocknetes mit Ziehlschem Karbolfuchsin gefärbtes Präparat. Von den Konidien sind nur die Umrisse eingezeichnet. 12. Ap. Imm.

Entfernung von dem Rand der Bakterienkolonie in ringförmiger Anordnung neue Fruktifikationen auf, die den in der Mitte stehenden bakterienhaltigen Köpfchen durchaus glichen, nur gewöhnlich in der Masse der produzierten Sporen etwas hinter jenen zurückstanden. Aussen an diesem Ring wuchs das Mycel weiter, um nach einiger Zeit in einem weiteren konzentrischen Ring neue Köpfchen zu bilden, so zeigte sich das bekannte Bild der Hexenringbildung. Von diesen bakterienfreien Köpfchen liessen sich direkt Sporen auf neuen Nährboden impfen und so gelangte ich zu sicher bakterienfreien Kulturen des Pilzes.

Bevor ich auf die Bedeutung der leichten Trennbarkeit der beiden Komponenten für die Beurteilung des ganzen als Symbiose eingehe, sollen der Entwicklungsgang des Pilzes, soweit ich ihn in meinen Kulturen verfolgen konnte, und seine systematische Zuständigkeit diskutiert werden.

Gehen wir von den von mir zuerst als Cysten angesprochenen Gebilden aus. Sie müssen, was sich aus dem folgenden ergibt, als Konidien, nach einem neueren Vorschlag von Renner, dem ich mich gerne anschliesse, richtiger als Ektogonidien bezeichnet werden. Einzig der Kürze halber und einem alteingewurzelten Brauche der Mykologen folgend, spreche ich in der Folge von Konidien. Was uns zuerst auffällt, ist ihre für Pilzkonidien sehr stattliche Grösse. Es sind längliche Gebilde, deren Längsachse 24—30 μ misst und deren Breite durchschnittlich 8 μ beträgt. Bei dieser ansehnlichen Grösse ist es denn hier auch leichter als wie bei andern Pilzkonidien, sich über die

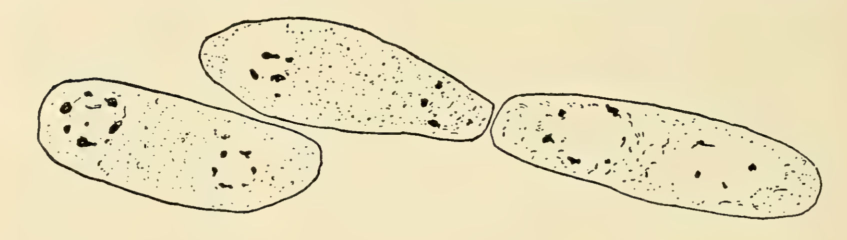


Fig. 3.

Fig. 3. Konidien nach Färbung mit Ehrlichschem Methylenblau und nachheriger Behandlung mit 1⁰/oiger Schwefelsäure. 12. Ap. Imm.

Inhaltsbestandteile etwas näher zu orientieren. Schon bei Lebendbetrachtung sind an den beiden Enden Höfe, die von stark lichtbrechenden Körnern umgeben sind, zu sehen. Diese Höfe sind, so viel ich bis jetzt beurteilen kann, Vacuolen.

Die stark lichtbrechenden Körner färben sich mit Ehrlichschem Methylenblau und behalten den Farbstoff nach Behandlung mit einprozentiger Schwefelsäure; sie färben sich gleichfalls mit Karbolfuchsin, nach einprozentiger Schwefelsäurebehandlung bleiben sie allein als schwarzgefärbte Gebilde in der Zelle sichtbar; setzt man nach Methylenblautinktion Jodjodkali zu, so erscheint der Protoplast gelbbraun, die Körner schwarz gefärbt, in fünfprozentiger Natriumkarbonatlösung verblasst die Schwarzfärbung nur sehr langsam, in kochendem Wasser sind die Körner unter Hinterlassung von kleinen Vacuolen löslich. Alle diese Reaktionen deuten nach A. Meyer auf *Volutin* hin, und wir werden wohl nicht fehl gehen, wenn wir die Körner als *Volutinkörner* (*corpuscules métachromatiques* nach Guil-

lermond) bezeichnen (Fig. 3 und 4). Über die Kernverhältnisse bin ich, trotz vieler Mühe, die ich darauf verwandt habe und trotzdem ich mich an die Fixierungs- und Färbemethoden eines der besten Kenner der Pilzcytologie, Guillermond, hielt, noch nicht ins klare gekommen.

Die Keimung der Konidien ist besonders gut an auf Agar ausgesätem Material, das 24 Stunden gestanden ist, zu verfolgen. Als erstes Wahrzeichen kommender Keimung kann ein starkes Heranwachsen der Konidien, das Auftreten einer einzigen zentralen Vacuole, die wahrscheinlich durch Zusammentreten der beiden endständigen entsteht und eine Ansammlung der Volutinkörner um diese Vacuole gelten. Es bildet sich dann, ohne dass ein Aufreissen der äussern Membran zu beobachten ist, ein Keimschlauch, in den bald zahlreiche



Fig. 4.

Fig. 4. Konidien nach Färbung mit Karbolfuchsin und 1%iger Schwefelsäurebehandlung. 4 E.

Volutinkörner eintreten. Verzweigungen stellen sich früher oder später ein und auch die Querwandbildung dürfte von Kulturbedingungen abhängig sein. Im hängenden Tropfen gekeimte Konidien gliederten sehr früh den Keimschlauch durch eine Membran ab, solche, die auf Mistdekoktagar wuchsen, konnten zu stattlicher Länge anwachsen, bevor sich eine Septierung zeigte. Deutlich ist aber immer zu sehen, wie das Cyptoplasma der gekeimten Sporen vacuolig wird, wie die Volutinkörner verschwinden, teils wandern sie wohl in das junge Mycel aus, teils werden sie möglicherweise aufgelöst (Fig. 5 und 6). Das alles spricht dafür, dass wir es hier wie in andern Fällen mit einem eiweisshaltigen Reservestoff, der bei der Keimung teils verbraucht wird, teils auswandert, zu tun haben.

Wenn wir den konidienbildenden Ring einer Kultur genauer durchmustern, so gelingt es ohne grosse Mühe, alle Stadien der Ent-



Fig. 5.

Fig. 5. Keimende Konidien. Präparat in Wasser. 4 E.

stehung der köpfchentragenden Fruktifikationen aufzufinden. Schon eine etwas sorgfältigere Untersuchung eines ausgewachsenen Kulturexemplars zeigt, dass ein *Koremium* vorliegt; die einzelnen Hyphen die es zusammensetzen, sind manchmal im untern Teil nicht mehr

Fig. 6.

Fig. 6 Keimende Konidien. Präparat in Wasser. 4 E.

ganz gut zu erkennen, zerdrücken wir aber das ganze, so können wir namentlich an der Spitze mit aller Deutlichkeit die fächerförmig auseinandergespreizten Fäden, die an ihrem Ende die Konidien abschnüren, wahrnehmen.

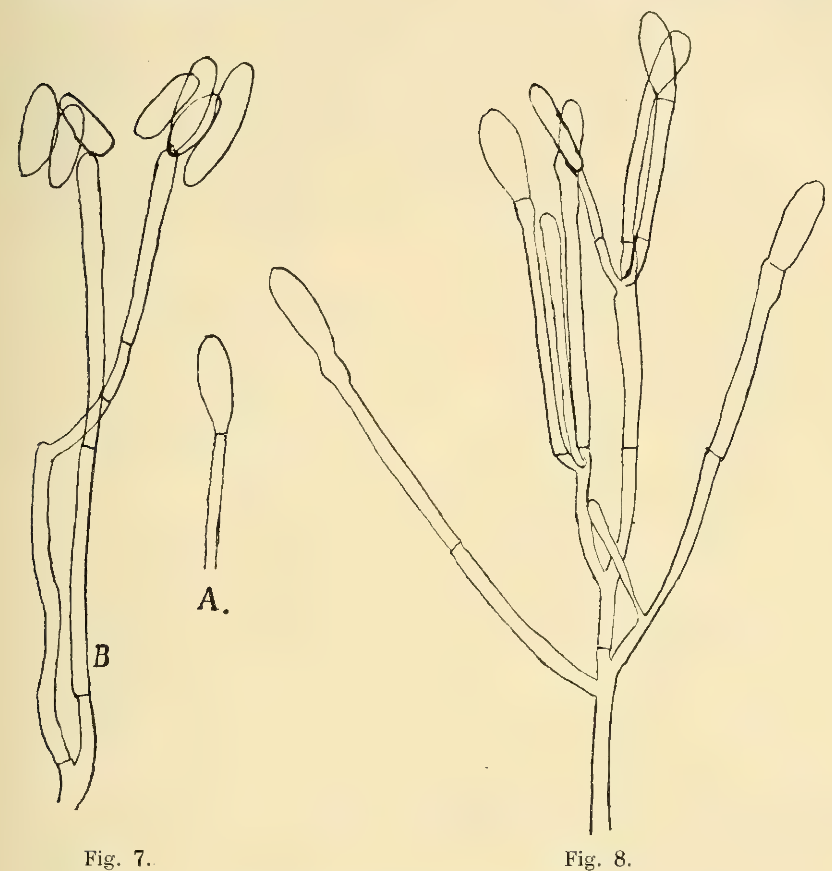


Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 7. Konidientragende aufgerichtete Myceläste. 4. DD.
Fig. 8. Junges Koremium. 4 DD.

Wie kommt nun das Koremium zustande? Der erste Schritt zu seiner Bildung ist das Aufrichten einer einzelnen Hyphe, die an ihrem Ende eine Konidie abschnürt. Ist die Konidie fertig ausgebildet, so trennt sie sich wohl durch eine Membran von ihrer langgestreckten, am Ende etwas keulig angeschwollenen Mutterzelle, bleibt aber doch durch den inzwischen abgeschiedenen Schleim mit ihr in lockerem Zusammenhang. Dann wächst die konidienerzeugende Zelle an der Konidie vorbei, so dass diese nach einiger Zeit seitlich von ihr zu

liegen kommt, worauf durch Ausbildung einer weitern Querwand eine neue Konidie entsteht. Das kann nun so weiter gehen, und leicht lassen sich einzelne aufgerichtete Hyphen erkennen, die an ihrer Spitze ein kleines Schleimtröpfchen mit einigen Konidien tragen.



Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 9. Junges Koremium. 4 DD.
Fig. 10. Partie aus einem etwas älteren Koremium. 4 DD.

Häufiger aber sind verzweigte Hyphen. Die Verzweigung geht dabei in den allermeisten Fällen vom akropetalen Ende der Zellen aus, dem zwei bis drei wirtelig gestellte Äste entspriessen. Diese sind entweder in einem spitzen Winkel abgespreizt oder lehnen sich, was häufiger vorkommt, an die Hauptachse an, die sie schliesslich in ihrem weitern Verlauf sogar überschneiden können. In jungen Koremien ist dieser Verzweigungsmodus ganz leicht zu eruieren (Fig. 7 und 8), später (Fig. 9 und 10) begegnet die Verfolgung der

einzelnen Hyphenäste schon grösseren Schwierigkeiten. Ich konnte mich aber überzeugen, dass durch solche wirtelige, akropetale Astbildung, die sich letzten Endes auf einen einzigen Mycelfaden zurückführen lässt, alle, auch die ältesten Koremien zustande gekommen sind. Zeichnerisch das darzustellen, hält ausserordentlich schwer, ich muss unter Bezugnahme auf meine Figuren, die immer nur die Spitzenpartien von Koremien darstellen, an die Phantasie des Lesers appellieren und darf noch auf die Figur 8 der Tafel I bei Vuillemin (10) hinweisen, wo meines Wissens zum ersten Mal eine derartige Koremienbildung für eine *Graphium*-ähnliche Koremienform von *Rhinocladium Lesnei* etwas deutlicher abgebildet ist.

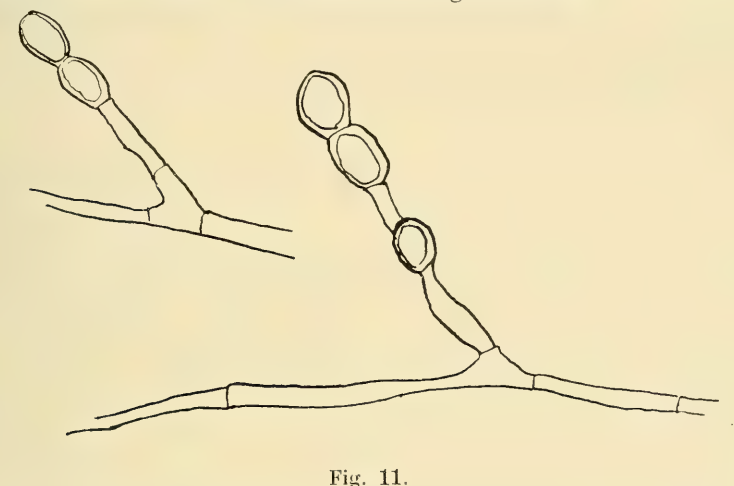


Fig. 11.

Fig. 11. Chlamydosporen aus einer eintrocknenden Kultur. 4. E.

Die Details der Konidiogenese sind aus meinen Figuren ohne weitere Erklärung ersichtlich. Der Vollständigkeit halber seien noch in austrocknenden Kulturen im hängenden Tropfen einmal entstandene Chlamydosporen erwähnt und abgebildet (Fig. 11).

Zu welcher Gattung gehört nun der beschriebene Pilz? Dass es sich um einen *Hyphomyceten* handelt, ist ohne weiteres ersichtlich, und da werden wir, Lindau folgend, auf die Familie der *Stilbaceae Fries* geführt und stossen, wenn wir der Bestimmung einzig die Koremien zugrunde legen, an folgende Stelle:

X Konidientragende Hyphen unverzweigt *Stilbella*.
XX Konidientragende Hyphen baumartig verzweigt *Dendrostilbella*.

Wenn wir uns nur an diese Stelle der Bestimmungstabelle halten, so kommen wir zweifellos zu *Dendrostilbella*. Sehen wir uns jedoch die Diagnose von Stilbella näher an, so finden wir dort: „Stiel aus

parallelen, meist verzweigten Hyphen zusammengesetzt, die nach oben divergieren und das Köpfchen bilden. Letzter Ausläufer der Hyphen als Konidienträger dienend, nicht regelmässig verzweigt, sondern meist ganz unverzweigt, am Ende eine Konidie oder wohl meist nach einander mehrere erzeugend.“ Es kommt also ganz darauf an, was wir als „letzten als Konidienträger dienenden Ausläufer der Hyphen“ gelten lassen wollen. Ist als solcher Ausläufer eine einzige Zelle zu verstehen, so muss unser Pilz als *Stilbella*, ist unter Konidienträger ein mehrzelliges Gebilde zu verstehen, als *Dendrostilbella* zu bezeichnen. Die zweite Auffassung wird wohl richtiger sein, und ich schlage deshalb vor, unsern Pilz der Gattung *Dendrostilbella* Höhn. zuzurechnen. Da ich die Species weder in Rabenhorsts Kryptogamenflora, noch in Saccardos Sylloge fungorum beschrieben gefunden habe, so sei ihr als nova species nach ihrem auffälligsten Merkmal, den grossen Sporen, der Name *Dendrostilbella macrospora* gegeben.

Die Systematik der *Fungi imperfecti* steht, wie jeder Mykologe weiss, auf sehr schwachen Füssen. Das ist erstens darin begründet, dass wohl die allermeisten ihrer Vertreter nur Nebenfruchtformen anderer Pilze darstellen, und dass ferner bei genügend langer Kultur die verschiedensten Formen der Konidienbildung eintreten können, die, wenn man sie in der Natur isoliert finden würde, in sehr verschiedenen Gattungen untergebracht werden müssten. So sehen wir im vorliegenden Falle, dass die Bildung der Koremien, die ich zur Charakterisierung der Art herbeigezogen habe, sicher von äussern Bedingungen abhängig ist, wie das ja für die Koremien von *Penicillium* durch Wächter und Munk festgestellt werden konnte. Die besonders in etwas trockenen Kulturen vorgefundenen einfachen und verzweigten Konidienträger müssten, wenn wir sie für sich finden würden, zu andern Gattungen gezogen werden.

Der systematisch sehr wenig wertvollen Einteilung der Hyphomyceten, wie sie Lindau im Anschluss an frühere Autoren in der Rabenhorstschen Kryptogamenflora durchgeführt hat und die sich in erster Linie auf die Farbe des Mycels und auf das Fehlen oder Vorhandensein von Koremien oder lagerartigen Polstern stützt, hat Vuillemin ein anderes Einteilungsprinzip, das sich in erster Linie auf die Art der Entstehung der Sporen gründet, entgegengestellt. Folge ich seiner, meiner Ansicht nach richtigeren Einteilung, so komme ich auf die Klasse der *Conidiosporés* und unter diesen auf die Familie der *Sporophorés*. Eine weitere Bestimmung nach der 1912 gegebenen Tabelle führt dann allerdings zu keinem befriedigenden Resultat.

Die wirtelige, akropetale Verzweigung, auf die sich, wie wir gesehen haben, letzten Endes auch die Koremienbildung zurückführen lässt, würde, wenn wir keine Koremien zu Gesicht bekämen, auf die Gattung *Verticillium* unter den *Mucedineen* hindeuten. Ich hätte diese Ähnlichkeit gar nicht angeführt, wenn ich nicht kurz vor Abschluss dieses Manuskripts auf die von de Bary Seite 69 gegebene Abbildung von *Dactylium macrosporum Fr.* gestossen wäre, die mich sehr stark an meinen Pilz erinnert hat. Was de Bary *Dactylium macrosporum Fr.* nannte, ist nach Lindau als *Diplocladium macrosporum* (Link) Lindau zu bezeichnen. Die Konidien sind nämlich nicht, wie das für *Dactylium* charakteristisch ist, mehrzellig, sondern immer bloss zweizellig. Es ist ein mit zweizelligen Konidien versehenes *Verticillium.* Wenn wir aber von dieser Zweizelligkeit absehen, so stimmt die Verzweigung der konidientragenden Hyphen, die Konidiogenese und vor allem die Grösse der Sporen recht gut mit meiner *Dendrostilbella* überein, besser als mit irgend einem echten Verticillium. Anderseits führt die Einzelligkeit der Konidien unbedingt zu *Verticillium,* das allerdings keine durch schleimige Ausscheidung zu Köpfchen vereinigten Konidien hat. So würden wir unsere *Dendrostilbella* wohl am besten als ein koremienbildendes *Verticillium* bezeichnen und es dem Urteil der Systematiker überlassen, ob der Pilz eher zu *Dendrostilbella* oder zu *Verticillium* zu stellen sei.

Nach dieser etwas lang geratenen systematischen Abschweifung muss ich noch einmal auf die Frage der Symbiose zurückkommen. Zwei Anforderungen, die sich allerdings nicht immer strikt durchführen lassen, werden häufig an eine Lebenserscheinung, für die die Bezeichnung Symbiose gerechtfertigt sein soll, gestellt. Einmal das gesetzmässige Zusammenleben der Komponenten und dann soll weiterhin ein Nutzen ersichtlich sein, der bei diesem Zusammenleben den beiden Teilen zugute kommt.

Dass wir es am natürlichen Standort mit einem recht gesetzmässigen Zusammenleben zu tun haben, darüber kann kein Zweifel herrschen. Jede vom Pferdemist entnommene Dendrostilbella zeigt im Schleim des Köpfchens die Bakterien. Dass es hier sehr leicht gelingt, die beiden Komponenten zu trennen, spricht auch nicht gegen die Bezeichnung der Lebensgemeinschaft als Symbiose, denn schliesslich gelingt eine solche Trennung auch bei einem so festen Verband, wie er von Pilz und Alge in den Flechten dargestellt wird. Finden sich die beiden Commensalen, wenn sie zusammengebracht werden, wieder, so ist damit ein weiteres Argument für meine Anschauung gegeben. Nun ist mir so gut wie die Trennung auch die Synthese der beiden Komponenten gelungen. Ich brauchte bloss auf eine gut wachsende, reine Kolonie der Bakterien einige Konidien zu bringen, so traten

nach einigen Tagen auf dieser Kolonie wieder prachtvolle Koremien auf, die im Schleim der Köpfchen wieder die Stäbchen führten.

Weiterhin wäre noch zu zeigen, dass es immer dieselbe Bakterienspecies ist, die sich dort ansiedelt, und dass sich aus der reichlichen Bakterienflora des Mistes gerade diese Art an die symbiotische Lebensweise angepasst hat. Bis jetzt habe ich allerdings nie eine andere als wie die oben erwähnte, durch die Form und Farbe ihrer Kolonien, durch ihre Beweglichkeit und ihre Sporenbildung vorläufig einigermassen charakterisierte Species vorgefunden, damit soll aber durchaus nicht gesagt sein, dass uns nicht auch einmal eine andere Bakterie auf diesem so günstigen Nährboden begegnen könnte. Das würde aber an und für sich noch nicht gegen Symbiose sprechen, sehen wir doch, wie bei den *Basidiolichenen* dieselbe *Thelephoree* einmal mit einem *Chroococcus* die Flechte *Cora*, ein andermal mit *Scytonema* die Flechte *Dictyonema* bilden kann.

Über das Nützlichkeits- oder Schädlichkeitsverhältnis der beiden Komponenten wage ich noch kein definitives Urteil abzugeben. Dass eine gewisse Förderung der beiden in ihrem Zusammenleben eintritt, scheint bis jetzt aus meinen Kulturen hervorzugehen. In den Bakterienreinkulturen finden sich nach kurzer Zeit viel mehr Sporen als wie im Schleim der Dendrostilbellenköpfchen. Das mag für eine günstigere Zusammensetzung der dort gebotenen Nahrung sprechen. Anderseits scheinen mir bis jetzt die auf Bakterienkolonien erwachsenen Koremien kräftiger und grösser zu geraten als die bakterienfrei erzeugten. Ich mache jedoch diese Mitteilung unter allem Vorbehalt, verfüge ich doch erst über kulturelle Erfahrungen, die sich auf einen Zeitraum von fünf Wochen erstrecken.

Über die Frage, worin ein eventueller Nutzen der beiden Komponenten für einander besteht, zu spekulieren, scheint mir noch mehr verfrüht. Da können erst Kulturversuche auf gut bekannten Nährböden, die ich vorhabe und die mehr aussagen werden als die schönsten Theorien, Aufschluss erteilen.

War es mir doch vorläufig nur darum zu tun, zu zeigen, dass hier ein zweifelloses und offenbar nicht rein zufälliges Zusammenleben eines Pilzes mit einem Bakterium vorliegt, das wir meines Erachtens so gut als Symbiose bezeichnen können, wie etwa die Lebensgemeinschaften von Bakterien und Schleimpilzen, die Vouk in seinem Artikel anschliessend an die Arbeiten von Nadson und Pinoy auch als solche anspricht.

Zusammenfassung der Resultate.

Auf Pferdemist wurde ein als Dendrostilbella macrospora nov. spec. beschriebener Fungus imperfectus gefunden, in dessen schleimigen Köpfchen sich Bakterien vorfinden, die bewegliche sporenbildende Stäbchen darstellen und die immer derselben Art angehören. In Kulturen wachsen die bei der Keimung der Konidien entstandenen Mycelfäden rascher als die gleichzeitig übergeimpften Bakterien. So ist leicht eine Trennung der beiden Symbionten möglich, anderseits lässt sich durch Aufimpfen der Konidien auf junge Bakterienkulturen wieder eine Synthese erzielen.

Diagnose der neuen Spezies.

Dendrostilbella macrospora mihi. Vegetatives Mycel am natürlichen Standort schwer zu erkennen, in der Kultur aus reich verzweigten, 3—4 μ breiten, septierten Hyphen bestehende Rasen bildend.

Konidien auf einfachen oder durch akropetale Astbildung wirtelig verzweigten Konidienträgern oder auf Koremien entstehend, durch Schleim in ein Köpfchen zusammengeballt, oval oder rundlich, Länge 24—30 μ, Breite 8—10 μ, meist zwei Vacuolen, die von Volutinkörnern umgeben sind, erkennen lassend. Koremien aus der wirteligen Verzweigung eines einzigen Mycelastes hervorgegangen, Höhe des Stiels 200—250 μ, Breite bis 40 μ.

Auf Pferdemist bei höhern Temperaturen, Strohhalme und dunkle Stellen bevorzugend (Basel).

Zitierte Literatur.

de Bary, A. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884.

Baur, E. Myxobakterienstudien (Archiv für Protistenkunde. Bd. V, 1904).

Guillermond, A. Recherches cytologiques sur les levures (Revue générale de botanique XV. 1903).

Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Artikel Symbiose von Reichensperger, A., Nienburg, W. und Burgeff, H. Bd. IX, Jena 1913.

Lindau, G. Fungi imperfecti. Hyphomyceten (Rabenhorsts Kryptogamenflora. Pilze. Bd. VIII 1907 und Bd. IX 1910).

Meyer, A. Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins (Botan. Zeitung, Bd. LXII 1904).

Munk, M. Ueber die Bedingungen der Coremienbildung bei Penicillium. (Mycologisches Centralblatt, Bd. I, 1912).

Pavillard, J. L'état actuel de la protistologie végétale (Progressus rei botanicae, Bd. III, 1910).

Quehl, A. Untersuchungen über die Myxobakterien (Centralblatt für Bakt. etc. Abt. II, Bd. XVI, 1906).

Renner, O. Zur Terminologie des pflanzlichen Generationswechsels. (Biol. Centralblatt, Bd. XXXVI, 1916).

Solms-Laubach, F., zu. Referat über die Arbeit von Zederbauer (Bot. Zeitung LXII, Abt. II, 1904).

Thaxter, R. Notes on the Myxobacteriaceae (Botanical Gazette XXXVII, 1904).

Vahle, C. Vergleichende Untersuchungen über die Myxobakteriazeen und Bakteriazeen etc. (Centralbl. f. Bakt. etc. Abt. II, Bd. XXV, 1909).

Vouk, V. Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen höhern und niedern Pflanzen (Die Naturwissenschaften, Bd. I, 1913).

Vuillemin, P. (10) Les Conidiosporés. (Bull. de la soc. des sciences de Nancy, 1910).

Vuillemin, P. (12) Sur une nouvelle espèce de Tilachlidium et les affinités de ce genre (Bull. de la soc. mycologique de France. T. XXVIII, 1912).

Wächter, W. Ueber die Coremien des Penicillium glaucum (Jahrb. f. wiss. Botanik. II. L., 1910).

Wettstein, R. Handbuch der systematischen Botanik. 2. Auflage. Leipzig und Wien 1911.

Zederbauer, E. (03) Myxobacteriaceae, eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien. (Sitz.-ber. der kaiserl. Akad. der Wissensch. Wien, Math. nat. Klasse. Bd. CXII, Abt. I, 1903).

Zederbauer, E. (06) Spaltpilzflechten (Oesterreichische botanische Ztschr. Bd. 1906).

Zukal, H. (96) Myxobotrys variabilis Zuk., ein Repräsentant einer neuen Myxomycetenordnung. (Ber. der deutsch. bot. Ges. Bd. XIV, 1896).

Zukal, H. (97 a) Notiz zu meiner Mitteilung über Myxobotrys variabilis Zuk. im 9. Heft des Jahrgang 1896. (Ibid. Bd. XV, 1897).

Zukal, H. (97 b) Ueber die Myxobakterien (Ibid. Bd. XV, 1897).

Basel, Botanisches Institut, 23. März 1917.

Über eine Klasse von Funktionalgleichungen.

Von

O. Spiess.

Einleitung.

Ist $x_1 = f(x)$ eine gegebene analytische Funktion, so nenne ich jede Funktion, die der Gleichung genügt

(1) $$F(x_1) = F(x)$$

einen *Ring* von $f(x)$. Jede Lösung der Gleichung

(2) $$\Phi(x_1) = a\Phi(x)$$

soll eine *Axe* von $f(x)$ heissen, die Konstante a der *Regulator* der Axe. Gleichungen der Form (2) (*Axengleichung,* gewöhnlich Schroeder'sche Gleichung genannt) treten in der Theorie der automorphen Funktionen auf. Man betrachtet dort Φ als gegeben und sucht algebraische Funktionen $f(x)$, die zu verschiedenen Werten von a gehören. Man spricht dann von einem Multiplikationstheorem. Andere Fragen der Analysis (Funktionalgleichungen, Transformationsgruppen, Iterationsrechnung) führen auf das umgekehrte *Problem,* das uns hier allein beschäftigt, *zu einem gegebenen* $f(x)$ *Lösungen* Φ *zu bestimmen.* Um dieses Problem zu lösen, bietet sich als natürliches Hilfsmittel der Iterationsprozess dar, angewandt auf die Funktion $f(x)$. Es ist vor allem das Verdienst von *Koenigs,*[1]) diese wichtige Operation auf einen exakten funktionentheoretischen Boden gestellt zu haben. Ihm und seinen Nachfolgern *Grévy,*[2]) *Leau*[3]) u. a.[4]) mehr gelang es damit, für allgemeine Klassen von Funktionen $f(x)$ die *Existenz* einer analytischen Lösung von (2) nachzuweisen. Besitzt nämlich $f(x)$ einen Fixpunkt ω, in dessen Umgebung die Funktion sich in eine reguläre Reihe entwickeln lässt, so liefert die Iterationsrechnung in

---

[1]) *Koenigs.* (Bull, d. Sciences Math.) (2) VII 1883. — Ann. d. l'Ec. Norm. Sup. (3) I (1884), II (1885).

[2]) *Grévy.* Ann. d. l'Ec. Norm. Sup. (3) (1894) (1896).

[3]) *Leau.* Ann. de Toulouse XI. 1897.

[4]) Vgl. besonders *Niccoletti.* Mem. d. Soc. ital. d. Sc. 3a XIV (1906) mit Literaturverzeichnis.

der Umgebung von ω eine Lösung $\Phi(x)$. Nur im Fall $f'(\omega) = e^{2\pi i\varrho}$ (wo ϱ irrational) versagt die Methode. Aber ausser der Existenz weiss man von diesen Funktionen Φ so gut wie nichts. Der Zusammenhang der Axen, die zu verschiedenen Fixpunkten gehören, die Gestalt von Existenz- und Wertbereich etc. ist unbekannt. Von trivialen Fällen abgesehen (in denen sich $f(x)$ in geschlossener Form iterieren lässt), ist es in keinem Fall gelungen, von der Gleichung (2) ausgehend, die Natur der Funktion Φ zu erschliessen.

Eine Ausnahme bildet bis zu einem gewissen Grade das Beispiel, mit dem *Gauss*[5]) eigentlich dies ganze Problem ins Leben gerufen hat. Seine Untersuchungen über das arithmetisch-geometrische Mittel führten ihn auf die Gleichung (2), in der

$$x_1 = \frac{2\sqrt{x}}{1+x} \quad , \quad a = 2 \qquad \text{war.}$$

Er fand die 2 Lösungen, die unsern späteren Formeln (3_a) (3_b) entsprechen, doch ist aus den hinterlassenen Fragmenten nicht ersichtlich, inwieweit er rein auf jenen Reihen weiterbaute oder Resultate der anderweitig begründeten Theorie der elliptischen Funktionen heranzog,[6]) wie er dies in der fertigen Abhandlung über das arithmetisch-geometrische Mittel wirklich tat. Dort erscheint Φ als Quotient zweier Funktionen ψ_0, ψ_1, die den Gleichungen genügen

$$(B) \qquad \psi_0(x) = (1+x)\psi_0(x) \quad , \quad \psi_1(x) = \frac{1+x}{2}\,\psi_1(x)$$

Gauss löst diese Gleichungen durch Potenzreihen, deren Gesetz er errät und die sich als Integrale derselben Differenzialgleichung erweisen:

$$(C) \qquad x(1-x^2)\,\psi'' + (1-3x)\,\psi' - x\psi = 0$$

Schliesslich ergeben sich ψ_0, ψ_1 als bestimmte elliptische Integrale.

Spätere Bearbeiter haben versucht, das empirische Moment auszuschalten und direkt von (B) auf (C) zu schliessen. Durch rein formale Prozesse geht dies natürlich nicht, da die Gleichungen (B) unendlich viele Lösungen besitzen, aber nur je eine, die bei 0 (resp. 1) reguläre, der Gleichung (C) genügt. Daher besitzt die Abhandlung von *Borchardt*[7]) eine wesentliche Lücke. Gänzlich ungenügend ist ferner ein Versuch von *Schering* in Gauss' Werke Bd. III. Dagegen gibt *Lohnstein*[8]) eine richtige Ableitung, die freilich ohne Kenntnis des Resultats kaum zu finden war.

Es war nun seit Jahren mein Ziel, das Problem der Gleichung (2)

---

[5]) *Gauss.* Werke III.

[6]) Vgl. *Schlesinger.* Monatsber. d. Berliner Ak. 1898 (pag. 346).

[7]) *Borchardt.* Crelle 58 (1861).

[8]) *Lohnstein.* Ztschr. f. Math. u. Phys. 33 (1888).

mit den Mitteln der Iterationsgleichung allein durchzuführen, ohne etwa bei der Theorie der Differenzialgleichungen Anleihen zu machen. Es gelang mir, die Gedanken, die den zitierten Arbeiten zugrunde liegen, zu einer Methode auszubauen, die es tatsächlich gestattet, in verschiedenen Fällen mit wenig Rechnung ans Ziel zu gelangen. Ich werde diese Methode im folgenden an dem klassischen Beispiel (A) sowie an zwei andern Funktionen erläutern, bei denen das Resultat nicht a priori bekannt war. Darüber hinaus bin ich zu allgemeinen Sätzen gelangt, von denen in § 4 einige gegeben werden. Es war vor allem nötig, den Begriff der Iteration einer analytischen Funktion in geeigneter Weise zu präzisieren, wodurch auch Funktionalgleichungen wie (1) und (2) erst einen exakten Sinn bekommen. Dabei zeigt es sich, dass man bei mehrdeutigen Funktionen i. A. unendlich viele Iterationsarten zu unterscheiden hat, die sich ganz verschieden verhalten können. Diese Dinge werden in § 1 auseinandergesetzt, § 2 und § 3 sind den speziellen Beispielen gewidmet, während § 4 die allgemeinen Betrachtungen von § 1 weiterführt.

§ 1.

Die Funktionen, deren Axen wir bestimmen werden, sind die folgenden:

$$g(x) = \frac{2\sqrt{x}}{1+x} \quad , \quad h(x) = \sqrt{\frac{x(3-x)}{1+x}} \quad , \quad j(x) = \sqrt{\frac{x(1-x)}{1+x}}$$

Sie führen alle drei auf Modulfunktionen, was bei der zweiten und dritten neu ist. Im Folgenden sind auch die allgemeinen Betrachtungen der notwendigen Kürze halber auf diese Beispiele zugeschnitten.

A. Kritische Punkte.

Ist $f(x)$ eine analytische Funktion, $f_{(-1)} = \overline{f}$ ihre Inverse, so bezeichne ich die durch Iteration aus ihnen entspringenden Funktionen mit $f_{(2)}, f_{(3)} \cdots f_{(-2)}, f_{(-3)}$. Verschiedene Zweige werden durch obere Indizes unterschieden. $f_{(n)}(x)$ heisse das *n-te Iterat* von $f(x)$, wobei n, wie immer in dieser Arbeit, jede *ganze* (positive oder negative Zahl inkl. 0) bedeutet. Bezeichnet durchweg p eine *positive ganze* Zahl, so heisst $f_{(p)}(x)$ ein aufsteigendes, $f_{(-p)}(x)$ ein absteigendes Iterat.

Die Verzweigungspunkte (V-Punkte) sämtlicher $f_{(n)}$ heissen „*kritische*“ Punkte. Ist w ein V.-Punkt von $f(x)$, so sind die sämtlichen Werte von $f_{(-p)}(w)$ V-Punkte von $f_{(p)}$. Im allgemeinen ist die Zahl der kritischen Punkte unendlich, doch können auch bloss endlich viele vorkommen. Diese bilden dann in bezug auf die Substitutionen f und $f_{(-1)}$ eine endliche Gruppe. Das ist der Fall bei den obigen Bei-

spielen, für welche man die Gruppe der V-Punkte aus dem folgenden Schema abliest.

$w =$	0	1	-1	∞
$g(w) =$	0	± 1	∞	0

$w =$	0	1	-1	3	-3	∞
$h(w) =$	0	± 1	∞	0	± 3	∞

$w =$	0	1	-1	ϱ	ϱ'	$-\varrho$	$-\varrho'$	i	$-i$	∞
$j(w) =$	0	0	∞	$\pm\varrho$	$\pm\varrho$	$\pm i$	$\pm i$	± 1	± 3	∞

$\varrho = -1 + \sqrt{2}$

$\varrho' = -1 - \sqrt{2}$

B. Fixpunkte.

Wir unterscheiden Fixpunkte *erster* bis *vierter Art*, je nachdem ein Zweig der Funktion $x_1 = f(x)$ in der Umgebung eines solchen eine der folgenden Entwicklungen besitzt

I	$x_1 - \omega = a(x-\omega)R$,	$\lvert a \rvert \neq 1$
II	$= c(x-\omega)^a R$,	$a > 0$ und $\neq 1$
III	$= \varepsilon(x-\omega)R$	$\varepsilon =$ Einheitswurzel
IV	$= e^{\alpha i}(x-\omega)R$	$\alpha =$ irrational.

Hierin bedeutet R eine Reihe der Form

$$R = 1 + c_1(x-\omega)^{1/\nu} + c_2(x-\omega)^{2/\nu} + \cdots\cdots$$

Es ist klar, dass die inverse Funktion $\overline{f}$ eine Entwicklung der gleichen Art besitzt, wobei an Stelle der Zahlen a, ε, $e^{i\alpha}$ ihr reziproker Wert tritt.

Die obigen Funktionen haben (ausser $g(x)$) bloss Fixpunkte zweiter Art und zwar ist speziell $\nu = 1$, und a für f oder $\overline{f}$ gleich 2, d. h. eine ganze Zahl. Das letztere ist ein wesentlicher Umstand. Die Funktion $g(x)$ besitzt ausserdem zwei Fixpunkte vierter Art in $\frac{-3 \pm \sqrt{-7}}{2}$, die hier keine Rolle spielen.

C. Analytische Iteration.

Sei ξ ein „gewöhnlicher" d. h. nicht-kritischer Punkt und ξ_1 einer der Punkte $f(\xi)$. Wir verbinden ξ mit ξ_1 durch eine die kritischen Punkte vermeidende Linie W_ξ. Wir bezeichnen denjenigen Zweig von $f(x)$, der für $x = \xi$ den Wert ξ_1 annimmt, mit x_1 und behalten diese

Bezeichnung bei beliebiger Bewegung von x bei. Wandert nun x von ξ über W_ξ nach ξ_1, so geht x_1 längs einer Kurve W_{ξ_1} zu einem Punkt ξ_2. Geht weiter x über W_{ξ_1} nach ξ_2, so begibt sich x_1 über die Linie W_{ξ_2} nach ξ_3 u. s. f. Die so erhaltenen Werte

$$\xi, \xi_1, \xi_2, \cdots \xi_p \cdots$$

bilden die zu W_ξ gehörige *„aufsteigende Iteralfolge“*. Lassen wir jetzt die Variable x_1 von ξ_1 über W_ξ nach ξ wandern, so läuft x über eine Linie $W_{\xi_{-1}}$ zu einem Punkt ξ_{-1}; geht x_1 nach ξ_{-1}, so gelangt x über $W_{\xi_{-2}}$ nach ξ_{-2} etc. So finden wir die *„absteigende Iteralfolge“* zu W_ξ

$$\xi, \xi_{-1}, \xi_{-2}, \cdots \xi_{-p} \cdots$$

Die sämtlichen ξ_n bilden die *totale Iteralfolge* (zu W_ξ). Diese ist offenbar durch die definierende *„Bahn“* W_ξ eindeutig bestimmt. Die aus den Linien $\cdots W_{\xi_{-2}} W_{\xi_{-1}} W_\xi W_{\xi_1} \cdots$ gebildete Kurve heisst *totale Bahnkurve* der Iteration. Wir bezeichnen nun den Zweig von $f_{(n)}(x)$, der für $x = \xi$ den Wert ξ_n hat, mit x_n und behalten diese Bezeichnung bei, wenn x von seiner Anfangslage ξ aus beliebige Wege beschreibt. Lassen wir also x längs einer Linie L laufen, so beschreibt jeder Punkt x_n eine Bildkurve L_n und bei jeder Lage von x bilden die Werte.

$$\cdots\cdots x_{-2}, x_{-1}, x, x_1, x_2, \cdots$$

die zu (x, L, W_ξ) gehörige Iteralfolge.

Offenbar können wir diese Folge statt durch analytische Fortsetzung der x_n aus den ξ_n auch direkt nach derselben Methode entstehen lassen, indem wir dem x eine Bahn W_x zuordnen, nämlich die aus den Kurven $LW_\xi L_1$ gebildete Linie. In der Tat, geht x über $LW_\xi L_1$ nach x_1, so wandert x_1 über $L_1 W_1 L_2$ nach x_2 etc. Es ist ferner klar, dass man dieselben (ξ_n) und damit (x_n) erhält, wenn man die Gestalt der Linie W_ξ abändert, solange dabei nur kein kritischer Punkt überschritten wird. *Denken wir uns die Punkte x und x_1 durch einen dehnbaren Faden verbunden, der für $x = \xi$ die Lage von W_ξ hat und der bei Bewegung von x, x_1 mitgezogen wird, doch ohne jemals einen kritischen Punkt zu berühren. Wird nun für ein beliebiges x, das von ξ auf einem Wege L erreicht wurde, eine mögliche Lage des Fadens mit W_x bezeichnet, so kann dieses W_x als definierende Bahn der zu (x, L) gehörigen Iteralfolge dienen.*

Zwei auf die geschilderte Weise ineinander überführbare Bahnen W_x, W_y sollen *„äquivalent“* heissen oder *„zur gleichen Iterationsart gehörig“*. Dieselbe Bezeichnung gelte auch für die zugehörigen Iteral-

folgen (x_n) (y_n). Diese sind also durch analytische Fortsetzung längs einer x und y verbindenden Linie ineinander überführbar. Zwei Iteralfolgen hingegen, die aus nicht-äquivalenten Bahnen entspringen, gehen auf keine Weise Glied für Glied ineinander über, sie gehören *verschiedenen Iterationsarten* an.

Führt x eine geschlossene Bahn aus, die kritische Punkte umkreist, so geht die Folge (x_n) in eine Folge (x^*_n) über, die sich von jener in mindestens einem Gliede (bei unsern Beispielen sogar in allen Gliedern von einem bestimmten Index an) unterscheidet. Jeder Punkt x der Ebene gehört somit i. A. unendlich vielen Iteralfolgen an, die durch Angabe des Weges L zu unterscheiden sind. Wenn ich sage, „wir iterieren $f(x)$ n-mal", so ist gemeint, dass die Variable von ihrem Anfangswert x an längs einer zu (x, L, W_ξ) gehörigen Bahnkurve nach x_n geht. Denkt man sich indess eine Riemann'sche Fläche, auf der sämtliche Funktionen $f_{(n)}$ eindeutig sind, so gehört jeder Punkt dieser Fläche einer einzigen Iteralfolge (der gewählten Iterationsart) an, und die Wahl einer Bahnkurve ist überflüssig.

D. Konvergenz.

Wir nehmen jetzt an, dass $f(x)$ einen Fixpunkt ω besitzt, bei dem ein Zweig die Entwicklung hat

$$x_1 - \omega = (x-\omega)^a (C_0 + C_1(x-\omega) + \cdots\cdots)$$

worin a eine *positive ganze Zahl* ist. Ein solcher Punkt heisse ein *„regulärer Konvergenzpunkt zweiter Art"*.

Ich nehme weiter an, dass ein Kreis C um ω existiert, in dem (ausser ω) keine weiteren kritischen Punkte liegen (*„isolierter"* Fixpunkt). Dies trifft bei unseren Beispielen zu. Wir können dann den Kreis C so verengern, dass für alle Punkte x im Innern oder auf dem Rand (mit Ausnahme von ω)

$$|x_1 - \omega| < |x - \omega|$$

Verbinden wir ein bestimmtes x mit x_1 durch eine ganz innerhalb C gelegene Bahn W_x, so gilt für die so definierte Iterationsart

$$\lim_{p=\infty} x_p = \omega \quad \text{für alle } x \text{ innerhalb } C.$$

Bei einem Umlauf von x um ω geht die absteigende Iteralfolge x_{-p} in eine andere über, die Bahn W_x in W'_x. Wir errichten über der Kreisfläche C ein Riemann'sches Flächenstück, das sich unendlich oft um den Punkt ω herumwindet und das ich den „Windungskreis" C heisse. Jedem Punkt x dieser Fläche entspricht dann eine einzige aufsteigende Iteralfolge, die gegen

ω konvergiert. Beschreibt x die Randlinie Γ des Windungskreises, so durchläuft x_1 eine ganz im Innern gelegene Linie Γ_1, die mit Γ ein (unendlich gewundenes) Ringgebiet G begrenzt. G heisst ein *Fundamentalbereich* der Iteration. Durchläuft x den Bereich G, so beschreibt x_p den Bildbereich G_p. Die Bereiche G, G_1, $G_2 \ldots\ldots$ füllen die Fläche C gerade einfach aus. Wir setzen nun die Fläche C dadurch fort, dass wir G durch die inverse Funktion $f_{(-1)}$ sukzessive abbilden. Lassen wir x_1 den Bereich G durchlaufen, so erzeugt der Punkt x (den wir uns mit flächebildender Materie belastet denken) einen an G anschliessenden Bereich G_{-1}, aus diesem entsteht analog ein G_{-2} etc. Wo x an schon gebildete Fläche anstösst, schiebt sich ein neues Blatt über das alte. Die Gesamtheit aller Bereiche G_n bildet eine unendlich-blättrige Fläche K_ω von folgenden Eigenschaften:

1. K_ω besteht aus der Gesamtheit aller Punkte, deren aufsteigende Iteralfolge nach ω konvergiert. Daher heisst K_ω der *zu ω gehörige Konvergenzbereich* (der zugrunde gelegten Iterationsart I).

2. K_ω enthält keine nicht-zerstückelnde Rückkehrschnitte in seinem Innern noch kritische Punkte. Daher verhalten sich sämtliche Funktionen $f_{(n)}$ auf K_ω eindeutig. Jeder Punkt gehört einer einzigen totalen Iteralfolge an.

Beispiel. $x_1 = x^3$, $x_{-1} = \sqrt[3]{x}$

Die kritischen Punkte sind 0 und ∞, die zugleich reguläre Fixpunkte zweiter Art sind. Verbindet man x mit x_1 durch Bahnen W, W', W'', die den Nullpunkt keinmal, einmal und zweimal umkreisen, so zeigt ein positiver Umlauf von x, dass W'' äquivalent mit W ist, während W' zu W nicht-äquivalent ist. Jede andere Bahn, die den Nullpunkt endlich oft umkreist, ist mit W oder W' äquivalent. Es gibt also nur zwei Iterationsarten, I und I'.

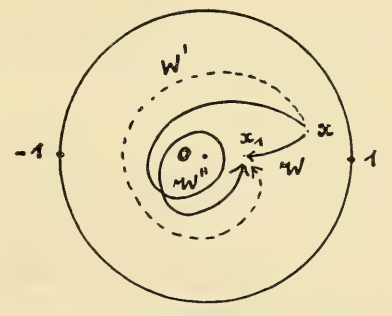


Fig. 1.

Die aufsteigende Folge (bei beiden Arten) konvergiert gegen 0 oder ∞, je nachdem $|x| \lessgtr 1$. Das zu 0 gehörige Konvergenzgebiet K_0 ist also der um 0 sich windende, unendlichblättrige Einheitskreis. Die absteigende Folge konvergiert für I gegen den Fixpunkt erster Art $(+1)$, für I' gegen (-1), wie man sich durch Rechnung überzeugt. Konvergenzgebiet K_1 oder K_{-1} ist beidemal die ganze bei 0 und ∞ verzweigte logarithmische Windungsfläche (mit Ausnahme der Punkte 0 und ∞).

E. Iteralsummen und Iteralprodukte.

Seien $\varphi(x)$, $\psi(x)$ analytische Funktionen, die sich in K_ω überall rational verhalten und in der Umgebung von ω regulär sind. Speziell sei

$$\varphi(\omega) = 0 \quad , \quad \psi(\omega) = 1$$

Dann sind die Reihe und das Produkt

$$\Phi(x) = \sum_0^\infty \varphi(x_p) \quad , \quad \Psi(x) = \prod_0^\infty \psi(x_p)$$

für alle Punkte von K_ω konvergent und zwar gleichmässig für jedes Gebiet, das mit seinen Randpunkten ganz innerhalb K_ω liegt; Φ und Ψ sind analytische Funktionen, die in K_ω eindeutig und bis auf Pole regulär sind und daselbst den Funktionalgleichungen genügen

$$\Phi(x_1) = \Phi(x) + \varphi(x) \quad , \quad \Psi(x_1) = \Psi(x) \cdot \psi(x)$$

Bei ω ist $\Phi(\omega) = 0 \quad , \quad \Psi(\omega) = 1.$

Solche *Iteralsummen* und *-Produkte,* wie ich sie nenne, sind in mehrerer Hinsicht bemerkenswert. Die Reihen konvergieren sehr stark und dürfen gliedweis beliebig oft differenziert werden. Ist K_ω, was oft der Fall ist, mit dem Existenzbereich von Φ oder Ψ identisch, so wird die i. A. unendlich vieldeutige Funktion durch einen einzigen analytischen Ausdruck vollständig dargestellt.

§ 2.

A. Wir wenden uns jetzt zu der Axengleichung (2), die also folgendes präzise Problem stellt. Gegeben ist eine Funktion fx der oben angenommenen Art und für jeden Punkt x eines endlichen Gebiets eine Bahn W_x; gesucht ist eine Funktion $\Phi(x)$, die *bei Fortsetzung längs* W_x, (was wir durch ein beigefügtes (W_x) andeuten), einen Wert $\Phi(x_1)$ annimmt, der die Gleichung erfüllt

$$\Phi(x_1) = a\,\Phi(x) \qquad (W_x) \tag{2}$$

Wir können sofort in der Funktion

$$\Phi_\omega(x) = \lim_{p=\infty} \left[\frac{\log(x_n - \omega)}{a^n} \right] \tag{3}$$

eine Lösung angeben, die sich in der Umgebung von ω verhält wie $\log(x - \omega)$. In der Tat, setzt man

$$x_1 - \omega = (x - \omega)^a R(x)$$

so folgt durch Iteration $x_p = (x_{p-1} - \omega)^a R(x_{p-1})$ und hieraus

$$\frac{log(x_p - \omega)}{a^p} = log(x-\omega) + \frac{1}{a} log R(x) + \frac{1}{a^2} log R(x_1) + \cdots \frac{1}{a^p} log R(x_{p-1})$$

In einem geeigneten Kreis C um ω ist $|R|$ zwischen festen positiven Zahlen enthalten, woraus folgt, dass die Reihe rechts für $p = \infty$ gleichmässig konvergiert. Es ist also

$$\text{(3a)} \qquad \lim_{p=\infty} \frac{log(x_p - \omega)}{a^p} = \Phi_\omega(x) = log(x-\omega) + \sum_0^\infty \frac{1}{a^p} log R(x_p)$$

eine Funktion der genannten Art. Dass sie der Gleichung (2) genügt, ist evident. Beschreibt x auf der Fläche K_ω einen geschlossenen Weg U, so durchläuft x_p einen ebensolchen Weg, der von einem bestimmten Index an ganz innerhalb C liegt. Dabei geht $\Phi(x_p)$ in sich über, und da $\Phi(x) = a^{-p}\,\Phi(x_p)$ ist, so folgt

Satz 1. *Die Funktion* $\Phi_\omega(x) = \lim \left(\frac{log(x_p - \omega)}{a^p}\right)$ *ist eine innerhalb des Konvergenzbereichs* K_ω *eindeutige und reguläre Axe von* $f(x)$, *die in der Umgebung von* ω *eine Entwicklung besitzt der Form*

$$\Phi_\omega = log(x-\omega) + \text{reguläre Reihe.}$$

Sei jetzt $\Phi(x)$ irgend eine (zu W_x gehörige) Lösung von (2), die wenigstens in einem Teil von K_ω existiert. Wir können dann sagen

Satz 2. *Eine Axe* $\Phi(x)$, *die in der Nähe von* ω *nicht beliebig grosse Werte annimmt, ist identisch* $= 0$.

Denn ist $\Phi(x) \neq 0$, so wächst $|\Phi(x_p)| = a^p\,|\Phi(x)|$ wegen $a > 1$ mit p über alle Grenzen, wobei ω Häufungsstelle der x_p ist.

Satz 3. *Verhält sich* $\Phi(x)$ *bei* ω *wie ein Logarithmus, d. h., ist daselbst* $\Phi = c \cdot log(x-\omega) + reg.$ *Reihe, so stimmt* $\Phi(x)$ *mit* $\Phi_\omega(x)$ *bis auf einen konstanten Faktor überein.*

Denn alsdann ist auch $\Psi = \Phi - c\Phi_\omega$ eine Axe, die aber bei ω regulär und also nach Satz $2 = 0$ ist. Somit ist $\Phi = c\,\Phi_\omega$.

Jede zu W_x gehörige Axe von $f(x)$ ist offenbar in der Form enthalten

$$\Phi = \Phi_\omega \cdot F$$

wo F eine Lösung der Gleichung

$$F(x_1) = F(x) \qquad (W_x)$$

d. h. ein Ring bedeutet. Von diesen Funktionen erkennt man sofort

Satz 4. *Ein Ring ist entweder eine Konstante oder er hat in ω eine Stelle der Unbestimmtheit.*

Denn wegen $F(x_p) = F(x)$ nimmt F in der Umgebung von ω jeden Wert, dessen F überhaupt fähig ist, unendlich oft an.

B. Ich nehme jetzt an, dass wenigstens in einem Teil von K_ω auch die absteigende Folge x_{-p} gegen einen Fixpunkt α konvergiert, und zwar soll dieser von gleicher Beschaffenheit sein wie ω, also regulär, isoliert, und mit demselben Regulator a. Mit andern Worten es verhalte sich $x_1 - \alpha$ wie $(x-\alpha)^{\frac{1}{a}}$ oder $x_{-1} - \alpha$ wie $(x-\alpha)^a$. Die Funktion

$$(3b) \qquad \Phi_\alpha(x) = \lim_{p=\infty} \frac{a^p}{log(x_{-p} - \alpha)} = \frac{1}{log(x-\alpha) + reg.\ Reihe}$$

ist dann ebenfalls eine Lösung der Gleichung (2), die sich auf einer Riemann'schen Fläche K_α eindeutig und regulär verhält.

Im folgenden mache ich zunächst von den Flächen K_α, K_ω deren Gestalt wir a priori nicht kennen, keinen Gebrauch, sondern deute x als Punkt der Ebene. In Praxi findet man zunächst ein schlichtes Gebiet G, das α und ω zu Randpunkten hat und in dessen Innerem die Iteralfolge (x_n) beidseitig konvergiert. Wir besitzen nun in Φ_α, Φ_ω zwei Lösungen von (2), die sich bei α und ω resp. verhalten wie $\frac{1}{log(x-\alpha)}$ und $log(x-\omega)$. Die Frage ist, welche Beziehungen diese beiden Axen zu einander haben. Könnte man zeigen, dass Φ_α sich bei ω verhält wie $log(x-\omega)$, so würde nach Satz 3 folgen dass $\Phi_\alpha = c\Phi_\omega$ wäre. Ich werde in diesem Abschnitt zeigen, dass dies davon abhängt, ob eine gewisse Funktionalgleichung eine Lösung besitzt, die bei α und ω *endlich* bleibt. Im Fall der Funktionen g, h, j lässt sich jene Gleichung durch eine ganze rationale Funktion befriedigen, wodurch die Frage entschieden ist. Es ist praktisch und entspricht auch dem historischen Gang, Φ_α und Φ_ω nicht direkt unter sich, sondern beide mit einer dritten Axe zu vergleichen, was auch zu interessanten analytischen Darstellungen führt.

Da bei ω und α die Entwicklungen gelten

$$x_1 - \omega = (x-\omega)^a (c_0 + \cdots \quad , \qquad x_1 - \alpha = (x-\alpha)^{\frac{1}{a}} (d_0 + \cdots)$$

so ist in der Umgebung jener Punkte

$$\frac{dx_1}{dx} = \frac{x_1 - \omega}{x - \omega}(a + \cdots) \quad , \quad \text{resp.} \quad \frac{dx_1}{dx} = \frac{x_1 - \alpha}{x - \alpha}\left(\frac{1}{a} + \cdots\right)$$

Man kann daher (auf viele Arten) dem Wert von $\frac{dx_1}{dx}$ die folgende Gestalt geben

$$(4)\qquad \frac{dx_1}{dx} = \frac{P(x_1)}{P(x)} \cdot \frac{r^2(x)}{a} \qquad \left(\begin{array}{l} P(\alpha) = P(\omega) = 0 \\ r(\alpha) = 1,\ r(\omega) = a \end{array}\right)$$

Hierin bedeuten $P(x)$, $r(x)$ Funktionen, die (wenigstens im ersten Blatt, falls sie mehrdeutig sind) bei α und ω reguläre Entwicklungen haben der Form

$$(5)\qquad \begin{array}{ll} P = (x-\alpha)(a_0 + \cdots) & \text{resp.} = (x-\omega)(b_0 + \cdots) \\ r = 1 + c_0(x-\alpha) + \cdots & \text{resp.} = a + d_0(x-\omega) + \cdots \end{array}$$

Bei den Funktionen g, h, j können wir für P, r ganze rationale Funktionen wählen. Z. B. ist für

$$x_1 = \frac{2\sqrt{x}}{1+x}\ ,\qquad \frac{dx_1}{dx} = \frac{x_1(x_1^2-1)}{x(x^2-1)}\,\frac{(1+x)^2}{2}\ ,\qquad (\alpha = 0,\ \omega = 1,\ a = 2.)$$

Nach § 1. E. existieren dann innerhalb G die Funktionen

$$(6)\qquad \psi_\alpha(x) = \prod_1^\infty r(x_{-p})\ ,\qquad \psi_\omega(x) = \prod_0^\infty \frac{a}{r(x_p)}$$

und genügen den Gleichungen

$$(7)\qquad \begin{array}{ll} \psi_\alpha(x_1) = r(x)\cdot\psi_\alpha(x)\ ; & \psi_\omega(x_1) = \frac{r(x)}{a}\,\psi_\omega(x) \\ \psi_\alpha(\alpha) = 1\ , & \psi_\omega(\omega) = 1. \end{array}$$

Folglich genügt der Quotient $\frac{\psi_\alpha}{\psi_\omega}$ der Axengleichung

$$(8)\qquad \frac{\psi_\alpha(x_1)}{\psi_\omega(x_1)} = a\,\frac{\psi_\alpha(x)}{\psi_\omega(x)}$$

ψ_α, ψ_ω sind bei den gleichnamigen Fixpunkten regulär, werden aber bei den ungleichnamigen ∞. *Wir fragen nun nach der Bedingung dafür, dass jener Quotient sich verhält*

$$\text{bei } \alpha \text{ wie } \frac{1}{\log(x-\alpha)}\ ,\ \text{bei } \omega \text{ wie } \log(x-\omega)$$

Dann muss er nämlich nach Satz 3 mit jeder der Axen Φ_α, Φ_ω bis auf einen konstanten Faktor übereinstimmen. Nun folgt aus (8)

$$(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi'_\omega\,\psi_\alpha)_{x_1}\cdot\frac{dx_1}{dx} = a\,\frac{\psi_\omega^2(x_1)}{\psi_\omega^2(x)}\cdot(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi'_\omega\,\psi_\alpha)_x$$

und weiter wegen (4) (7)

$$P(x_1)(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi'_\omega\,\psi_\alpha)_{x_1} = P(x)(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi_\omega\,\psi_\alpha)_x$$

d. h. $H = P(x)(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi'_\omega\,\psi_\alpha)$ *ist ein Ring von* $f(x)$.

Wenn nun z. B. ψ_ω bei α logarithmisch unendlich wird, so besitzt H in $x = \alpha$ einen endlichen Wert und folglich ist nach Satz 5

(9) $$H = P(x)(\psi_\omega\,\psi'_\alpha - \psi'_\omega\,\psi_\alpha) = c = const.$$

Umgekehrt, wenn (9) gilt, schliesst man sofort auf die Entwicklungen

(9a) $$\frac{\psi_\alpha}{\psi_\omega} = \frac{c}{P'(\omega)}\,log(x-\omega) + \cdots\cdot \quad , \quad \frac{\psi_\omega}{\psi_\alpha} = \frac{c}{P'(\alpha)}\,log(x-\alpha) + \cdots$$

Die Frage ist also zurückgeführt auf die nach der Gültigkeit von (9). Ich beweise nun auf zwei Arten den

Satz 6. *Die notwendige und hinreichende Bedingung für das Bestehen von (9) ist die, dass die Funktionalgleichung*

(10) $$\frac{r^4}{a^2}P_1\,Q_1 - PQ = \frac{2r'^2 - rr''}{r^2}\cdot P^2 - \frac{r'}{r}\,PP'$$

eine Lösung $Q(x)$ *besitzt, für die*

(10a) $Q(\alpha)$, $Q(\omega)$ *endliche Werte haben.*

Hierin ist $P_1\,Q_1$ geschrieben für $P(x_1), Q(x_1)$, wie wir überhaupt im Folgenden $\varphi(x_n)$ durch φ abkürzen wollen.

C. *Erster Beweis.*

Differenziert man (9), so lässt sich das Resultat schreiben

$$[(P\psi'_\alpha)' + Q\psi_\alpha]\,\psi_\omega - [(P\psi'_\omega)' + Q\psi_\omega]\,\psi_\alpha = 0$$

wo Q eine beliebige Funktion ist. Wählt man Q so, dass die erste Klammer $= 0$ ist, so verschwindet auch die zweite, d. h. es besteht die Gleichung

(11) $$P\psi'' + P'\psi' + Q\psi = 0 \qquad (\text{für } \psi = \psi_\alpha \text{ und } = \psi_\omega)$$

Umgekehrt folgt aus (11) wieder (9). *Ich zeige nun direkt, dass unter der Annahme (10), (10a) die Funktionen (6) der Gl. (11) genügen.* Ich fasse die Gleichungen (7) zusammen in die eine

(12) $$\psi_1 = \frac{r}{\mu}\,\psi$$

und differenziere zweimal unter Benützung von (4). Es folgt

$$P_1 \psi'_1 = \frac{a}{\mu}\left[\frac{P\psi'}{r} + \frac{r'}{r^2} P\psi\right]$$

$$\frac{d}{dx_1}(P_1 \psi'_1) \cdot P_1 r^2 = \frac{a^2}{\mu}\left[\frac{P}{r} \cdot \frac{d}{dx}(P\psi') + \frac{r'}{r^2} PP'\psi + \frac{rr'' - 2r'^2}{r^3} P^2\psi\right]$$

Hiezu addiert

$$P_1 r^2 \cdot Q_1 \psi_1 = \frac{r^3}{\mu} P_1 Q_1 \psi = \frac{a^2}{\mu} \frac{P}{r} \cdot \frac{r^4 P_1 Q_1}{a^2 P} \cdot \psi \qquad \text{gibt}$$

$$\left[\frac{d}{dx_1}(P_1 \psi'_1) + Q_1 \psi_1\right] P_1 r^2 =$$
$$\frac{a^2}{\mu} \frac{P}{r}\left[\frac{d}{dx}(P\psi') + \left(\frac{r^4}{a^2} \cdot \frac{P_1 Q_1}{P} + \frac{rr'' - 2r'^2}{r^2} P + \frac{r'}{r} P'\right)\psi\right]$$

Gilt (11), so folgt hieraus (10) (10a). Umgekehrt, gilt (10), so ist die innere Klammer rechts gleich Q. Setzt man noch für r nach (12) $\frac{\mu\psi_1}{\psi}$ ein, so erhält man für die Funktion

$$L = P \cdot \psi^3 [P\psi'' + P'\psi' + Q\psi]$$

die Gleichung

$$L(x_1) = \frac{a^2}{\mu^4} L(x)$$

Für $\psi = \psi_\alpha$ ist $\mu = 1$, $L = L_\alpha$, für $\psi = \psi_\omega$ ist $\mu = a$, $L = L_\omega$ zu setzen. L_α, L_ω genügen also den Gleichungen

$$(13) \qquad L_\alpha(x) = a^2 L_\alpha(x_{-1}) = a^{2p} L_\alpha(x_{-p})$$
$$L_\omega(x) = a^2 L_\omega(x_1) = a^{2p} L_\omega(x_p)$$

Wächst jetzt p ins Unendliche, so konvergiert x_{-p} gegen α, x_p gegen ω. Nun sind ψ_α, ψ_ω samt ihren Ableitungen in den gleichnamigen Fixpunkten endlich, ebenso sind nach (10a) $Q(\alpha)$, $Q(\omega)$ endlich. Somit nähert sich der mit P multiplizierte Teil von L_α, L_ω einem endlichen Grenzwert. P selbst verschwindet nach (5) in α, ω in der ersten Ordnung, und folglich verschwinden $P(x_{-p})$, $P(x_p)$ resp. wie $(x_{-p} - \alpha)$, $(x_p - \omega)$, d. h. wie $(x - \alpha)^{a^p}$, $(x - \omega)^{a^p}$. Somit ist sicher

$$(14) \qquad \lim_{p=\infty} a^{2p} P(x_{-p}) = \lim_{p=\infty} a^{2p} P(x_p) = 0$$

Die rechte Seite von (13) wird also mit wachsendem p beliebig klein, und somit ist identisch $L_\alpha = 0$, $L_\omega = 0$, d. h. aber, ψ_α, ψ_ω erfüllen Gleichung (11).

D. *Zweiter Beweis.*

Die Gleichungen (6) logarithmisch differenziert ergeben

$$(15) \qquad \frac{\psi'_\alpha}{\psi_\alpha} = \sum_{-1}^{\infty} \frac{r'_n}{r_n} x'_n \quad , \quad \frac{\psi'_\omega}{\psi_\omega} = \sum_{0}^{\infty} \frac{r'_n}{r_n} x'_n$$

Nun folgt aus (4) mit Hilfe von (7) die Formel

$$\frac{dx_1}{dx} = x'_1 = \frac{P_1 \psi_\alpha(x_1) \psi_\omega(x_1)}{P \; \psi_\alpha(x) \; \psi_\omega(x)}$$ woraus für jedes n

(16) $$\frac{dx_n}{dx} = x'_n = \frac{P_n \psi_\alpha(x_n) \psi_\omega(x_n)}{P \; \psi_\alpha(x) \; \psi_\omega(x)}$$

Führt man dies in (15) ein und setzt noch

$$\frac{r'_n}{r_n} P_n \psi_\alpha(x_n) \psi_\omega(x_n) = C_n$$ so folgt

(17) $$P\psi_\omega \psi'_\alpha = \sum_{-1}^{-\infty} C_n \quad , \quad P\psi_\alpha \psi'_\omega = -\sum_{0}^{\infty} C_n$$ und also ist

(18) $$H = P(\psi_\omega \psi'_\alpha - \psi'_\omega \psi_\alpha) = \sum_{-\infty}^{+\infty} C_n$$

Ich zeige nun, dass unter der Voraussetzung (10) (10a) $H' = 0$ also $H =$ konst. ist. Dabei ist zu beachten, dass alle die auftretenden Reihen absolut und gleichmässig konvergent sind, so dass die damit vorgenommenen Operationen alle erlaubt sind. Differenziert man (18) unter Benützung von (16) so erhält man

(19) $$P\psi_\alpha \psi_\omega \cdot H' = \sum_{-\infty}^{+\infty} P_n \frac{d}{dx}\left(P_n \frac{r'_n}{r_n}\right) \psi^2_\alpha(x_n) \psi^2_\omega(x_n) +$$
$$+ \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{r'_n}{r_n} P^2_n \psi_\alpha(x_n) \psi_\omega(x_n) \left[\psi'_\alpha(x_n) \psi_\omega(x_n) + \psi'_\omega(x_n) \, \psi_\alpha(x_n)\right]$$

Nun folgt aus (17) sofort

$$P_n \psi_\omega(x_n) \psi'_\alpha(x_n) = \sum_{i=n-1}^{-\infty} C_i \quad , \quad P_n \psi_\alpha(x_n) \psi'_\omega(x_n) = -\sum_{i=n}^{\infty} C_i$$

Damit wird die zweite Summe in (19) gleich

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} C_n \left(\sum_{i=n-1}^{-\infty} C_i - \sum_{i=n}^{+\infty} C_i \right)$$

Multipliziert man aus, so erkennt man, dass jedes Produkt $C_n \, C_i$ zweimal auftritt mit entgegengesetztem Zeichen und also wegfällt, ausser wenn $i = n$. Die Doppelsumme reduziert sich daher auf die einfache: $-\sum C^2_n$, die wir mit der ersten Summe in (19) vereinigen zu

$$-\sum_{-\infty}^{+\infty} P_n \left[\frac{2r'^2_n - r_n r''_n}{r^2_n} P_n - \frac{r'_n}{r_n} P'_n \right] \psi^2_\alpha(x_n) \psi^2_\omega(x_n)$$

Der Ausdruck unter dem $\sum$ ist aber nach (10) gleich

$$\left[\frac{r^4}{a^2} P_{n+1} Q_{n+1} - P_n Q_n\right] \psi^2{}_\alpha(x_n) \psi^2{}_\omega(x_n)$$

was sich wegen $r_n \psi_\alpha(x_n) = \psi_\alpha(x_{n+1})$, $\frac{r_n}{a} \psi_\omega(x_n) = \psi_\omega(x_{n+1})$ auf die Form bringen lässt

$$-P_n Q_n \psi^2{}_\alpha(x_n) \psi^2{}_\omega(x_n) + P_{n+1} Q_{n+1} \psi^2{}_\alpha(x_{n+1}) \psi^2{}_\omega(x_{n+1})$$

Die rechte Seite von (19) bekommt dadurch schliesslich die Gestalt

$$\sum_{-\infty}^{+\infty} (u_n - u_{n+1})$$

Diese Summe hat aber den Wert 0, falls u_p und u_{-p} für $p = \infty$ gegen Null konvergieren. Nun lässt sich

$$u_n = P_n Q_n \psi^2{}_\alpha(x_n) \psi^2{}_\omega(x_n)$$

wegen $\frac{\psi_\alpha(x_n)}{\psi_\alpha} = \frac{a^n \psi_\omega(x_n)}{\psi_\omega}$ je nachdem $n = \pm p$ ist, in die Form bringen

$$u_{-p} = \frac{\psi^2{}_\omega}{\psi^2{}_\alpha} \cdot Q_{-p} \cdot (P_{-p} a^{2p}) \cdot \psi^2{}_\alpha(x_{-p})$$

$$u_p = \frac{\psi^2{}_\alpha}{\psi^2{}_\omega} \cdot Q_p \cdot (P_p a^{2p}) \cdot \psi^2{}_\omega(x_p)$$

und also ist in der Tat nach (10a) und (14) $\lim\limits_{p=\infty} u_{-p} = \lim\limits_{p=\infty} u_p = 0$.

Damit ist Gl. (9) von neuem bewiesen und zugleich für die Konstante c die merkwürdige Darstellung gefunden (nach (18))

$$(20) \qquad c = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{r'_n}{r_n} P_n \psi_\alpha(x_n) \psi_\omega(x_n)$$

E. Wir betrachten jetzt die Gl. (10), auf die die Frage nach dem Zusammenhang von Φ_α, Φ_ω also zurückkommt. Es wäre nun leicht zu zeigen, dass in der Umgebung jedes der beiden Punkte α und ω je eine Lösung Q existiert, die sich daselbst regulär verhält. Doch nützt uns dies nichts, da im allgemeinen doch nicht zu erweisen ist, ob eine solche Lösung sich auch im andern Fixpunkt endlich verhält, d. h. ob (10a) erfüllt ist. Ich werde aber jetzt zeigen, dass *im Fall der Funktionen g, h, j* die Gleichung (10) eine *ganze rationale* Funktion als Lösung besitzt, womit natürlich (10a) von selbst erfüllt ist.

Wir wählen für $P(x)$ diejenige ganze Funktion, welche die sämtlichen (endlichen) Verzweigungspunkte zu Wurzeln besitzt, die man aus dem Schema in § 1 A. abliest. Man findet dann für die 3 Fälle:

I $\quad \mathbf{x}_1 = \mathbf{g}(\mathbf{x}) = \frac{2\sqrt{\mathbf{x}}}{1+\mathbf{x}}$

$$P = x(1-x^2) \quad , \quad r = (1+x) \quad , \quad a = 2$$

Die Funktionalgleichung (10) lautet jetzt

$$\frac{(1+x)^4}{4} x_1(1-x_1{}^2)Q_1 - x(1-x^2)Q = x(1-x^2)(x^2+2x-1)$$

Wir setzen $Q = xR$, $Q_1 = x_1 R_1$, benützen $x_1{}^2 = \frac{4x}{1+x}$, $1 - x_1{}^2 = \left(\frac{1-x}{1+x}\right)^2$, so bleibt nach Division mit $x(1-x)$:

$$(1-x)R_1 - x(1+x)R = x^2+2x-1$$

was unmittelbar $R = R_1 = -1$, also $Q = -x$ ergibt

II $\quad \mathbf{x}_1 = \mathbf{h}(\mathbf{x}) = \sqrt{\frac{\mathbf{x}(3-\mathbf{x})}{1+\mathbf{x}}}$

$$P = x(1-x^2)(9-x^2) \quad , \quad r = (1+x) \quad , \quad a = 2$$

$$\frac{(1+x)^4}{4} P_1 Q_1 - PQ = P\left[\frac{2P}{(1+x)^2} - \frac{P'}{1+x}\right]$$

Man setzt wieder $Q = xR$, und zeigt dass $x_1 P_1 = \frac{(1-x)(3+x)P}{(1+x)^4}$ ist. Es folgt so nach Multiplikation mit $\frac{4(1+x)}{P}$:

$$(1-x^2)(3+x)R_1 - 4x(1+x)R = -9 + 18x + 12x^2 - 2x^3 - 3x^4$$

Man macht den Ansatz $R = bx^2 + c$ und findet, dass er genügt für $b = 4$, $c = 12$. Also ist $Q = 4x(x^2+3)$

III $\quad \mathbf{x}_1 = \mathbf{j}(\mathbf{x}) = \sqrt{\frac{\mathbf{x}(1-\mathbf{x})}{1+\mathbf{x}}}$

$$P = x(1-x^4)(\varrho^2 - x^2)(\varrho'^2 - x^2) \quad , \quad r = (1+x)^2 \quad , \quad a = 2$$

$$\frac{(1+x)^8}{4} P_1 Q_1 - PQ = P\left[\frac{6P}{(1+x)^2} - \frac{2P'}{1+x}\right]$$

Setzt man wieder $Q = xR$, benützt $x_1 P_1 = -\frac{(\varrho - x)(\varrho' - x)P}{(1+x)^6}$, und multipliziert mit $\frac{-4(1+x)}{P}$, so erhält man

$$(x^2+2x-1)(1+x)^3 R_1 + 4x(1+x)R = 8P' - \frac{24P}{1+x}$$

Eine ganze rationale Lösung muss die Form haben

$$R = ax^6 + bx^4 + cx^2 + d$$

Gibt man x die Werte $0, \infty, 1, i$, so ergibt sich leicht

$$R = 2x^6 - 7x^4 + 1.$$

Ich bemerke zu diesen Beweisen noch das Folgende. Die erste Methode (C) enthält den Grundgedanken des *Borchardt*'schen Versuches. Man könnte auch so vorgehen, dass man die lineare Differenzialgleichung für ψ ersetzt durch die zugehörige Riccatische Gleichung für $t = \frac{\psi'}{\psi}$ und dann zeigt, dass dieser durch die Reihen (15) genügt wird. Das wäre der Beweis von *Lohnstein*, auf seine einfachste Form gebracht. Gedanklich einfacher wäre es übrigens, die Funktionen Φ_α, Φ_ω ohne Vermittlung der ψ_α, ψ_ω direkt zu vergleichen. Bezeichnet $[\Phi]$ die Schwarz'ische Derivierte von Φ nach x, so setze man $[\Phi_\alpha] = R_\alpha(x)$, $[\Phi_\omega] = R_\omega(x)$. Aus der Axengleichung und den Eigenschaften der Operation [ ] folgt dann, dass R_α, R_ω Lösungen der Funktionalgleichung sind

(21) $$R(x) = \frac{dx_1}{dx} R(x_1) + [x_1]$$

welche an Stelle von (10) tritt. Im Fall unserer Beispiele g, h, j wird dann R eine gebrochen-rationale Funktion, deren Auffindung aber mühsamer ist als die der ganzen Funktion Q. Die Gleichung (21) hat bereits *Appell*[9]) zu verwandten Untersuchungen betrachtet, doch bloss für die Umgebung eines einzigen Fixpunkts.

§ 3.

A. Wir nehmen künftig an, dass für die Funktion $f(x)$ die Bedingungen von Satz 6 erfüllt sind. Dann ist also wegen (9a) und Satz 3

(22) $$\frac{\psi\alpha}{\psi\omega} = \frac{c}{P'(\omega)} \cdot \Phi_\omega = \frac{P'(\alpha)}{c} \cdot \Phi_\alpha \qquad \text{und also}$$

$$\Phi_\alpha = \frac{c^2}{P'(\alpha)\, P'(\omega)} \cdot \Phi_\omega$$

Wir führen nun an Stelle von Φ_α, Φ_ω eine neue Funktion Φ ein, indem wir setzen

(23) $$\Phi = -i\pi\, \Phi_\alpha = \frac{h}{\pi i}\, \Phi_\omega \qquad \text{wo also}$$

(24) $$h = -\frac{\pi^2 c^2}{P'(\alpha)\, P'(\omega)} \qquad \text{gesetzt ist}$$

Φ existiert dann jedenfalls in einem Teil der Ebene, der diePunkte α, ω im Innern enthält, und erleidet bei Umläufen um diese Punkte die linearen Substitutionen

---

[9]) Appell. Acta mathematica 15.

$$(25) \qquad S_\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_\omega = \begin{pmatrix} 1 & 2h \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Bei den Funktionen g, h, j zeigt sich nun, dass diese Kenntnis genügt, um mit alleiniger Berücksichtigung der Relation

$$\Phi(x_1) = a\,\Phi(x)$$

die Funktion Φ auch um die übrigen Verzweigungspunkte herum fortzusetzen, und zwar gehört zu jedem solchen Punkt eine lineare Umlaufsubstitution, die sich aus S_α, S_ω in einfacher Weise berechnen lässt. Dabei ergibt sich von selbst der Wert der Konstanten h. Ich behandle der Reihe nach die 3 Fälle.

I $\qquad \mathbf{x_1 = g(x)}$

Die längs der negativen Axe aufgeschnittene Zahlenebene möge E_1 heissen. Für alle Punkte von E_1 (mit Ausnahme der kritischen Punkte $0, -1, \infty$) beweist man leicht (etwa indem man E_1 durch die daselbst eindeutige Funktion $g(x)$ wiederholt abbildet) dass

$$\lim_{p=\infty} x_p = 1$$

Schneidet man analog die Ebene längs der reellen Axe auf mit Ausnahme der Strecke (-1) bis $(+1)$, so gilt für alle Punkte dieses Gebiets E_0 (excl. die Punkte $\pm 1, \infty$)

$$\lim_{p=\infty} x_{-p} = 0$$

Die Funktion Φ existiert also in der ganzen Ebene und ist ausser in den 4 Punkten $0,\ 1,\ -1,\ \infty$ überall regulär.

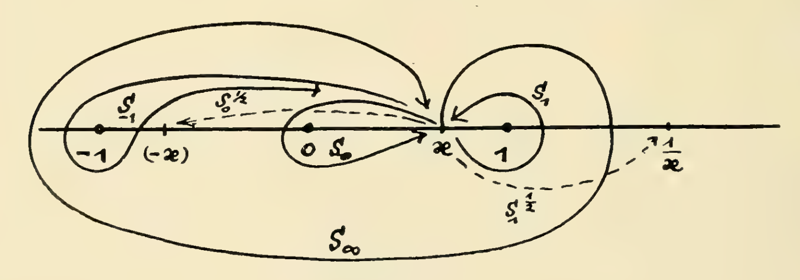


Fig. 2.

Ich wähle nun zunächst einen Punkt x auf der reellen Axe zwischen 0 und 1 , und definiere die Umläufe um die 4 kritischen Punkte durch die in beistehender Figur gezeichneten Schleifen. Ich denke mir eine solche Schleife z. B. S_0 durch einen geschlossenen Faden realisiert, der, wenn wir nun x beliebig bewegen, so mitgezogen wird, dass kein kritischer Punkt überschritten wird. Für jedes

x definiert dann eine mögliche Lage des Fadens den zu x gehörigen Umlauf S_0. Die einem Umlauf entsprechende lineare Substitution soll mit demselben Zeichen benannt werden.

Ferner bezeichne ich die Linien $S_0^{1/2}$, $S_1^{1/2}$, die x mit $(-x)$ und $\left(\frac{1}{x}\right)$ verbinden, als „halbe Umläufe" von x um 0 und 1. Einem halben Umlauf von x entspricht ein ganzer Umlauf von x_1 um denselben Punkt. Dadurch entsteht aus der Gleichung $\Phi(x) = \frac{1}{2}\,\Phi(x_1)$:

$$S_0^{1/2}\Phi(x) = \tfrac{1}{2} S_0\,\Phi(x_1) = \tfrac{1}{2} S_0\, 2\,\Phi(x)$$

Die rechte Seite ist eine lineare Funktion von Φ, also ist das Resultat des halben Umlaufs $S_0^{1/2}$ die Substitution

$$S_0^{1/2} = \tfrac{1}{2}\,S_0(2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Analog wird

$$S_1^{1/2} = \tfrac{1}{2}\,S_1(2) = \begin{pmatrix} 1 & h \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

was übrigens auch direkt aus dem logarithmischen Verhalten von Φ bei 0, 1 geschlossen werden könnte. Es gelten also die Gleichungen

$$(26) \qquad \Phi(-x) = S_0^{1/2}\Phi(x) \qquad ; \qquad \Phi\left(\frac{1}{x}\right) = S_1^{1/2}\Phi(x)$$

Macht x den Umlauf S_1, so führt $(-x)$ den Umlauf S_{-1} aus. Die erste Gleichung (26) geht dadurch über in

$$S_{-1}\Phi(-x) = S_0^{1/2}S_1\Phi(x) = S_0^{1/2}S_1S_0^{-1/2}\Phi(-x)$$

Das Resultat des Umlaufs S_{-1} auf Φ ist also die Substitution

$$S_{-1} = S_0^{1/2}S_1S_0^{-1/2} = \begin{pmatrix} 1+2h, & 2h \\ -2h, & 1-2h \end{pmatrix}$$

Führt x dagegen S_0 aus, so beschreibt $\frac{1}{x}$ einen Umlauf um ∞, der offenbar äquivalent ist mit $S_1S_\infty S_1^{-1}$. Die zweite Gl. (26) wird somit

$$S_1S_\infty S_1^{-1}\Phi\left(\frac{1}{x}\right) = S_1^{1/2}S_0\Phi(x) = S_1^{1/2}S_0S_1^{-1/2}\Phi\left(\frac{1}{x}\right)$$

woraus

$$S_\infty = S_1^{-1/2}S_0S_1^{1/2} = \begin{pmatrix} 1+2h, & 2h^2 \\ -2, & 1-2h \end{pmatrix}$$

Andrerseits ist aber

$$S_\infty = S_1^{-1}S_0^{-1}S_{-1}^{-1} = \begin{pmatrix} 1-6h+4h^2, & 4h-4h^2 \\ 2-2h & , 1\ -2h \end{pmatrix}$$

Die Vergleichung der beiden Darstellungen von S_∞ gibt $h=2$ und damit berechnet man

(26) $S_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$, $S_1 = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, $S_{-1} = \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ -4 & -3 \end{pmatrix}$, $S_\infty = \begin{pmatrix} 5 & 8 \\ -2 & -3 \end{pmatrix}$

Aus (24) ergibt sich für c der Wert $c = \frac{2}{\pi}$ und damit erhält man nach (20)(22) die folgenden Reihen, von denen die beiden letzten aus der ersten durch Umformung mittelst der Relation $\frac{\psi_0(x_n)}{\psi_0(x)} = 2^n \frac{\psi_1(x_n)}{\psi_1(x)}$ entstehen

$$(27) \quad \begin{cases} 1 = \frac{\pi}{2} \sum_{-\infty}^{+\infty} 2^n x_n (1 - x_n) \psi_0(x_n) \psi_1(x_n) \\ \frac{\Phi(x)}{i} = \frac{\pi}{2} \sum_{-\infty}^{+\infty} 2^{-n} x_n (1 - x_n) \psi_1^2(x_n) \\ \frac{i}{\Phi(x)} = \frac{\pi}{2} \sum_{-\infty}^{+\infty} 2^n x_n (1 - x_n) \psi_0^2(x_n) \end{cases}$$

II $\mathbf{x_1 = h(x)}$

Es gibt hier 4 Fixpunkte 0, 1, ∞, (-3) bei denen sich $h(x)$ verhält wie $x^{1/2}$, $(x-1)^2$, $\left(\frac{1}{x}\right)^{1/2}$, $(x+3)^2$. Zu den Fixpunktpaaren $(0, 1)$, $(\infty, -3)$ kann man sofort 2 Iterationsarten J, J^* definieren, nämlich durch die beiden Bahnen W, W^* der Figur 3. Es gilt dann



Fig. 3.

$$\text{bei } J: \quad \lim_{p=\infty} x_p = 1, \quad \lim_{p=\infty} x_{-p} = 0$$
$$\text{bei } J^*: \quad \lim_{p=\infty} x_p = -3, \quad \lim_{p=\infty} x_{-p} = \infty$$

und zwar jedesmal für alle nicht-kritischen Punkte der schlichten Ebene.

Die Funktion $x_1 = h(x)$ geht durch die folgenden 3 Transformationen, zu denen noch die identische hinzukommt, in sich über:

$$x^* = -\frac{3}{x}, \quad x_1^* = -\frac{3}{x_1}$$
$$\xi = \frac{3 - 3x_1}{x_1 + 3}, \quad \xi_1 = \frac{3 - 3x}{x + 3}$$
$$\xi^* = \frac{x_1 + 3}{x_1 - 1}, \quad \xi_1^* = \frac{x + 3}{x - 1}$$

Sie entsprechen den 4 Möglichkeiten, die 4 Fixpunkte ohne Änderung des Doppelverhältnisses zu vertauschen.

Durch $\xi(x)$ geht eine Iteralfolge von J oder J^* wieder in eine Folge derselben Iterationsart über, wobei sich nur die aufsteigende und die absteigende Folge vertauschen, d. h. die Transformation ist „gegensinnig". Durch $x^*(x)$, $\xi^*(x)$ vertauschen sich die beiden Iterationsarten und zwar transformiert $x^*(x)$ „gleichsinnig", $\xi^*(x)$ gegensinnig. Ich beschränke mich daher auf die Festsetzung J.

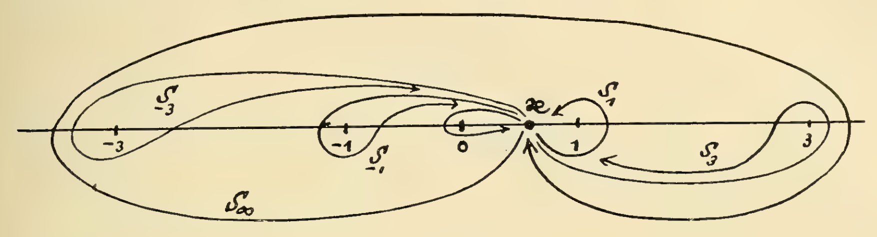


Fig. 4.

Indem man die Umläufe um die 6 kritischen Punkte durch die in Figur 4 gezeichneten Schleifen definiert, findet man mit der am vorigen Beispiel erläuterten Methode die Substitutionen:

$$S_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_1 = \begin{pmatrix} 1 & 6 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_{-1} = \begin{pmatrix} 7 & 6 \\ -6 & -5 \end{pmatrix}, \quad S_3 = \begin{pmatrix} -5 & 18 \\ -2 & 7 \end{pmatrix}, \quad S_{-3} = \begin{pmatrix} 13, & 18 \\ -8, & 11 \end{pmatrix},$$

$$S_\infty = \begin{pmatrix} -11, & 24 \\ -6, & 13 \end{pmatrix}$$

Sie gehören einer Untergruppe der Modulgruppe an, die charakterisiert ist durch die Kongruenzen

$$\alpha \equiv \delta \equiv 1, \quad \beta \equiv 0 \pmod 6, \quad \gamma \equiv 0 \pmod 2)$$

wenn α, β, γ, δ die Elemente einer Substitution bedeuten. Die Konstante h ist hier $= 3$ und damit wird

$$c = \frac{12\sqrt{3}}{\pi}$$

III $\quad \mathbf{x_1 = j(x)}$

Fixpunkte sind 0, ϱ, ϱ', ∞, wobei

$$\varrho = -1 + \sqrt{2} \qquad , \qquad \varrho' = -1 - \sqrt{2}$$

$j(x)$ verhält sich an diesen Punkten wie $x^{\frac{1}{2}}$, $(x-\varrho)^2$, $(x-\varrho')^2$, $\left(\frac{1}{x}\right)^{\frac{1}{2}}$. Zu dem Paar (0, ϱ) gehört eine Iterationsart J (definiert durch eine dazwischen liegende Bahn W analog Fig. 3), für welche in der ganzen Ebene gilt

$$\text{(J)} \qquad \lim_{p=\infty} x_p = \varrho \qquad \lim_{p=\infty} x_{-p} = 0$$

Dagegen entspringt aus einer links von ϱ' liegenden Bahn W^* eine Iterationsart J^*, für welche $\lim_{p=\infty} x^*_p = \varrho'$, $\lim_{p=\infty} x^*_{-p} = \infty$ ist. Durch $x^* = -\frac{1}{x}$ gehen diese Folgen in jene zu J gehörigen über. Für die Iteration J definieren wir die Umläufe durch die (bloss schematische)

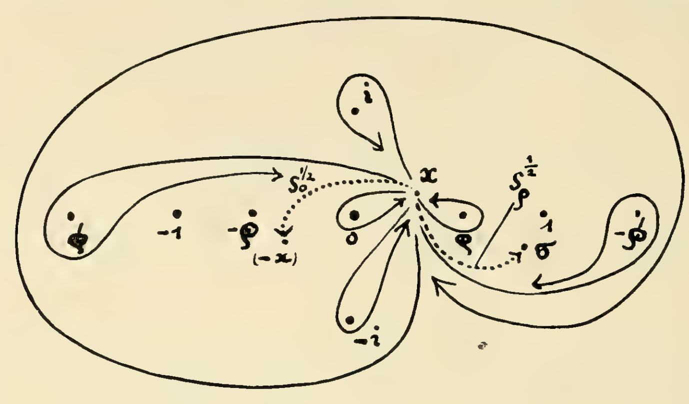


Fig. 5.

Figur 5, in der die Schleifen für die links resp. rechts von (x) gelegenen V-Punkte nach dem Muster von $S_{\varrho'}$ resp. $S_{-\varrho'}$ zu denken sind, und führen noch die halben Umläufe $S_0^{1/2}$, $S_\varrho^{1/2}$ ein, welche x mit den Punkten $(-x)$ und $\sigma(x) = \frac{1-x}{1+x}$ verbinden und denen die gleichnamigen Substitutionen entsprechen

$$S_0^{1/2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \quad , \quad S_\varrho^{1/2} = \begin{pmatrix} 1 & h \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Es gilt also

(28a) $\qquad \Phi(-x) = S_0^{1/2}\,\Phi(x) \qquad$ (28b) $\qquad \Phi(\sigma) = S_\varrho^{1/2}\,\Phi(x)$

Führt nun x einen Umlauf S_λ um einen der Punkte $\lambda = \varrho$, 1, $-\varrho'$ aus, so beschreibt $(-x)$ den Umlauf $S_{-\lambda}$ um $(-\varrho, -1, +\varrho')$. Gl. (28a) wird damit zu

$$S_{-\lambda}\,\Phi(-x) = S_0^{1/2} S_\lambda\,\Phi(x) = S_0^{1/2} S_\lambda S_0^{-1/2}\,\Phi(-x), \qquad \text{also ist}$$

(29) $\qquad S_{-\lambda} = S_0^{1/2} S_\lambda S_0^{-1/2} \qquad (\lambda = \varrho,\ 1,\ -\varrho')$

Geht ferner x auf S_μ um die Punkte $\mu = 0$, $-\varrho$, -1, i herum, so beschreibt σ die Umläufe $S_{\sigma(\mu)}$ wo $\sigma(\mu) = 1$, $-\varrho'$, ∞, $-i$ ist. So ergibt sich aus (28b) die Beziehung

(30) $\qquad S_{\sigma(\mu)} = S_\varrho^{1/2} S_\mu S_\varrho^{-1/2} \qquad \begin{pmatrix} \mu = 0, & -\varrho', & -1, & i \\ \sigma = 1, & -\varrho, & \infty, & -i \end{pmatrix}$

Aus den bekannten Substitutionen S_0, S_ϱ folgt damit zunächst

$$S_{-\varrho} = \begin{pmatrix} 1+2h, & 2h \\ -2h, & 1-2h \end{pmatrix}, \qquad S_1 = \begin{pmatrix} 1-2h, & 2h^2 \\ -2, & 1+2h \end{pmatrix}$$

Ich berechne nun auf 2 Arten S_i, um h zu bekommen. Dem Weg $S_{-\varrho}$ für x entspricht S_i für x_1. Dies angewandt auf die Gl. $\Phi(x_1) = 2\ \Phi(x)$ liefert

$$S_i = 2\ S_{-\varrho}\left(\frac{1}{2}\right) = \begin{pmatrix} 1+2h, & 4h \\ -h, & 1-2h \end{pmatrix}$$

Führt x aber S_i aus, so beschreibt x_1 eine Schleife um 1, die äquivalent ist dem Umlauf $S_\varrho^{-1} S_1 S_\varrho$. So findet man

$$S_i = \frac{1}{2} S_\varrho^{-1} S_1 S_\varrho(2) = \begin{pmatrix} 1+2h, & h^2 \\ -4, & 1-2h \end{pmatrix}$$

Die Vergleichung ergibt $h = 4$. Durch abwechselnde Anwendung von (29) (30) ergeben sich jetzt ohne Mühe die folgenden 10 Substitutionen:

$$S_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_\varrho = \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad S_{-\varrho} = \begin{pmatrix} 9 & 8 \\ -8 & -7 \end{pmatrix}, \quad S_1 = \begin{pmatrix} -7 & 32 \\ -2 & 9 \end{pmatrix},$$

$$S_{-1} = \begin{pmatrix} 25, & 32 \\ -18, & -23 \end{pmatrix}, \quad S_i = \begin{pmatrix} 9, & 16 \\ -4, & -7 \end{pmatrix}, \quad S_{-i} = \begin{pmatrix} 25, & 16 \\ -12, & -23 \end{pmatrix}, \quad S_{-\varrho'} = \begin{pmatrix} -23, & 72 \\ -8, & 25 \end{pmatrix},$$

$$S_{\varrho'} = \begin{pmatrix} 49, & 72 \\ -32, & -47 \end{pmatrix}, \quad S_\infty = \begin{pmatrix} -47, & 128 \\ -18, & 49 \end{pmatrix}$$

die sich übrigens als zweite, vierte oder achte Potenzen einfacherer Substitutionen erweisen. Es sind Modulsubstitutionen einer Gruppe, die durch die Kongruenzen

$$\alpha \equiv \delta \equiv 1, \quad \beta \equiv 0, \quad \gamma \equiv 0,\ 2,\ 4 \text{ oder } 6 \qquad (\text{mod } 8)$$

charakterisiert ist. Für die Konstante c ergibt sich

$$c = \frac{16\varrho^2}{\pi}$$

B. Wir haben im Vorhergehenden für jede der Funktionen g, h, j eine Lösung der Gleichung (2) bestimmt, unter Zugrundlegung einer ganz bestimmten Iterationsart, die ich die *Hauptart* nenne. Diese Lösung gestattet nun das Problem auch für jede andere Iterationsart zu lösen. Ich muss mich indess damit begnügen, *für das eine Beispiel $g(x)$* die wesentlichen Resultate zu skizzieren. Ist V eine die Punkte x, x_1 verbindende, von W verschiedene Bahn, so kann man V aus W und einem geschlossenen Weg S zusammensetzen in der Form $V = SW$. Jedem S entspricht einerseits eine Iteralfolge (x_n), anderseits eine Substitution $\binom{\alpha\beta}{\gamma\delta}$ der durch (26) definierten Substitutionsgruppe. Ich gehe kurz auf die folgenden 3 Fragen ein:

1. Wann sind die zu zwei Substitutionen S, S' gehörigen Iteralfolgen im Sinn von § 1 C. äquivalent?
2. Existiert zu jeder Iterationsart von $g(x)$ eine Axe?
3. Was lässt sich über die Konvergenz einer zu S gehörigen Iteralfolge (x_n) aussagen?

Ad 1. Soll die Folge (x_n), die aus der Bahn $V = SW$ entspringt, äquivalent sein der Folge, die zu $V' = S'W$ gehört, so muss ein geschlossener Weg U existieren, so dass, wenn x den Umlauf U ausführt (wobei x_1 einen Umlauf U_1 beschreibt), die (x_n) in die (x'_n) übergehen. *M. a. W.*, die geschlossene Linie $U^{-1}VU_1\ V'^{-1}$ umschliesst keinen kritischen Punkt. Lässt man also in $\Phi(x)$ die Variable das einemal die Bahn V', das andremal $U^{-1}VU_1$ beschreiben, so muss der Effekt dieselbe lineare Funktion von $\Phi(x_1)$ sein. Beachtet man, dass für die Substitutionen U, U_1 die Beziehung gilt: $U_1\Phi(x_1) = 2U\Phi(x)$ und setzt noch $U = \begin{pmatrix} ab \\ cd \end{pmatrix}$, so erhält man die Relation

$$\begin{pmatrix} 2\alpha' & \beta' \\ 2\gamma' & \delta' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 2\alpha & \beta \\ 2\gamma & \delta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

Wenn also in der zu $g(x)$ gehörigen Substitutionsgruppe zu den gegebenen S, S' sich eine dritte Substitution U finden lässt, die dieser Relation genügt, so definieren S, S' dieselbe Iterationsart. Die Diskussion dieser Beziehung führt auf den einfachen

Satz 7. *„Die Bahnen SW, $S'W$ sind äquivalent für die Funktion $g(x)$, wenn die quadratischen Formen*

$$(\beta',\ 2\alpha' - \delta',\ -2\gamma') \qquad\qquad (\beta,\ 2\alpha - \delta,\ -2\gamma)$$

im Sinn der Zahlentheorie eigentlich äquivalent sind.

Ad 2. Zu jeder Iterationsart lässt sich eine Axe angeben in Gestalt einer linearen Funktion der zur Hauptart gehörigen Axe $\Phi(x)$. Bezeichnet man den Wert von Φ in x_1 beim Übergang über $V = SW$ mit $\Phi^*(x_1)$, so gilt

$$\Phi^*(x_1) = S\Phi(x_1) = \frac{2\alpha\ \Phi(x) + \beta}{2\gamma\ \Phi(x) + \delta}$$

Setzt man also $\Omega(x) = \dfrac{\Phi(x) - \sigma_1}{\Phi(x) - \sigma_2}$, $\Omega(x_1) = \dfrac{\Phi^*(x_1) - \sigma_1}{\Phi^*(x_1) - \sigma_2}$

wo $\sigma_1\ \sigma_2$ die Wurzeln der Gleichung

$$2\gamma\,\sigma^2 + (\delta - 2\alpha)\,\sigma - \beta = 0$$ sind, so ist

$$\Omega(x_1) = a\,\Omega(x) \quad ; \quad a = \frac{s - \sqrt{s^2 - 8}}{s + \sqrt{s^2 - 8}}, \qquad (s = 2\alpha + \delta)$$

Der Regulator a ist ausser bei der Hauptart ($s = 3$) von 2 verschieden. Da aber a bloss von s abhängt, *so können 2 zu verschiedenen Iterationen gehörige Axen Ω, Ω^* denselben Regulator besitzen.* Der Quotient $\Omega^* : \Omega$ ist aber dann natürlich kein Ring.

Ad 3. Im Fall $s = 1$ sind σ_1, σ_2 konjugiert komplexe Zahlen und $a = \frac{-3 \pm \sqrt{-7}}{4}$ eine „irrationale“ Einheitswurzel. Daher liegen die zu einem festen Wert von x gehörigen Punkte $z_n = \Omega(x_n)$ in der z-Ebene auf einem Kreis um den Nullpunkt, den sie überall dicht bedecken. Den Kreisen um $z = 0$ entspricht in der y-Ebene ($y = \Phi(x)$) das Kreisbüschel mit den Grundpunkten σ_1, σ_2. Dem in der oberen Halbebene liegenden Punkt σ_1, für den also alle $\Phi(x_n) = \sigma_1$ sind, entspricht im Innern von K_ω ein Punkt x, für den alle $x_n = x$ sind. Dies muss also einer der beiden Fixpunkte vierter Art $\omega = -\frac{3 \pm \sqrt{-7}}{2}$ sein, die in § 1. B. erwähnt sind. Da für ein festes x (das von diesen beiden Punkten verschieden ist) die Punkte $y_n = \Phi(x_n)$ einen ganz in die obere Halbebene fallenden Kreis dicht überdecken, so können auch ihre Bildpunkte in K_ω, welche die Iteralfolge (x_n) bilden, nach keiner Seite konvergieren, sondern sie bedecken eine Kurve überall dicht, die einen der genannten Fixpunkte vierter Art umschliesst. *Damit ist also für die Funktion $g(x)$ eine Iterationsart nachgewiesen, deren Iteralfolgen in keinem Punkt konvergieren.*

Im Fall $s > 1$ liegen die Punkte y_n auf einem zur reellen Axe senkrechten Halbkreis und konvergieren für $n = \pm \infty$ gegen die Endpunkte desselben. Das Verhalten der entsprechenden Punkte (x_n) ist dann nicht ohne weiteres zu entscheiden.

§ 4.

Die Methode, durch welche in den vorhergehenden Paragraphen die Natur der Funktion Φ erschlossen wurde, bildet den Abschluss einer Gedankenreihe, welche in den Untersuchungen von *Gauss* über das arithmetisch-geometrische Mittel ihren Ursprung nahm. Sie ist charakterisiert durch die Zuziehung einer linearen Differenzialgleichung zweiter Ordnung (die auch bei unserem „zweiten Beweis“ in § 2 nur formell umgangen wird). Zwar spielen die Eigenschaften dieser Differenzialgleichung weiterhin keine Rolle, nur der Nachweis ihrer Existenz muss, gewissermassen nebenbei, erbracht werden. Der Angelpunkt der Theorie und ihre einzige Schwierigkeit liegt nämlich in dem Nachweis, dass die aus der aufsteigenden Iteralfolge

entspringende Lösung Φ_ω sich auch beim Konvergenzpunkt a der absteigenden Folge wie ein (reziproker) Logarithmus verhält, und hiezu eben bedarf es der zweimaligen Differenziation. So natürlich sich nach unserer Darstellung auch die Differenzialgleichung darbietet, so erscheint doch ihr Eingreifen in einer sonst ganz auf den Iterationsprozess aufgebauten Theorie als Schönheitsfehler. Diese ganze Theorie gewinnt nun an Klarheit, dadurch, dass man sie mit der Theorie der konformen Abbildung in Verbindung bringt. Dies geschieht durch die nachfolgenden allgemeinen Sätze, die sich unmittelbar an die Betrachtungen von § 1 anschliessen. Die vorhin genannte Schwierigkeit wird damit zurückgeführt auf die prinzipiell wichtige Frage nach der Gestalt des Konvergenzbereichs K_ω. Könnte man bei unseren Beispielen zeigen, dass K_ω keine Randlinien besitzt, d. h. dass die Iteralfolge (x_p) bei beliebiger Bewegung von x konvergent bleibt, so würde der linearpolymorphe Charakter von Φ_ω sich ohne weiteres ergeben. Zur Zeit kann jener Nachweis freilich erst geleistet werden (durch das Spiegelungsprinzip), nachdem die Gruppe der Modulsubstitutionen bereits gefunden ist.

Ich nehme an, der Punkt ω sei ein *regulärer Konvergenzpunkt erster oder zweiter Art,* d. h. ein Zweig von $f(x)$ habe in seiner Umgebung eine der beiden Entwicklungen

$$\text{I} \qquad x_1 - \omega = a(x-\omega)(1+\cdots) \qquad |a| < 1$$

$$\text{II} \qquad x_1 - \omega = (x-\omega)^a (c_0 + \cdots) \qquad a = \text{ganze positive Zahl}$$

In jedem Fall existiert nach *Koenigs* und *Grévy*[10]) eine Lösung der Axengleichung, nämlich

$$\text{I} \qquad \Phi_\omega(x) = \lim_{p=\infty}\left(\frac{x_p - \omega}{a^p}\right) = (x-\omega)(1 + \text{reg. Reihe})$$

$$\text{II} \qquad \Phi_\omega(x) = \lim_{p=\infty}\left(\frac{\log(x_p-\omega)}{i\cdot a^p}\right) = \frac{1}{i}\log(x-\omega) + \text{reg. Reihe}$$

Ich nehme weiter an, dass ω „*isoliert*“, d. h. keine Häufungsstelle von kritischen Punkten sei. Dann kann in der Umgebung von ω ein (im Fall I schlichtes, im Fall II unendlich oft gewundenes) Ringgebiet G definiert werden, das von kritischen Punkten frei ist und das die Eigenschaft hat, dass von jeder gegen ω konvergierenden Iteralfolge x_n gerade *ein* Punkt zu G gehört (*Fundamentalbereich* der Iteration). Die durch iterierte Abbildung (mittelst f und $\bar{f}$) von G entstehenden Gebiete G_n erzeugen ein Flächenstück K_ω, das „*zu ω gehörige Konvergenzgebiet*“. K_ω enthält in seinem Innern

[10]) l. c.

keine kritischen Punkte (auch ω wird im Fall II als Randpunkt betrachtet). Daher sind die sämtlichen Funktionen x_n innerhalb K_ω eindeutig und einwertig. *Diese Eigenschaften übertragen sich nun auf die Funktion* Φ_ω. Dass Φ_ω *eindeutig* ist auf der Fläche K_ω folgt sofort aus ihrer Definition (siehe § 1. D). Ich beweise nun weiter

Satz 8. *Die Funktion* Φ_ω *nimmt innerhalb* K_ω *jeden Wert nur einmal an.*

Angenommen es wäre $\Phi_\omega(\xi) = \Phi_\omega(\eta)$, wo ξ; η zwei verschiedene Punkte von K_ω bedeuten (deren Projektionen in der Ebene natürlich nicht notwendig auch verschieden sind), so folgt aus der Axengleichung, dass für jedes p

$$\Phi_\omega(\xi_p) = \Phi_\omega(\eta_p) \qquad \text{wo auch} \qquad \xi_p \neq \eta_p$$

Da die ξ_p, η_p gegen ω konvergieren, so gibt es also in beliebiger Nähe von ω Punkte x, x', für welche die Differenz $\Phi(x) - \Phi(x')$ gleich Null ist.

Im Fall I ist aber der Quotient $\frac{\Phi(x) - \Phi(x')}{x - x'}$ in genügend kleiner Umgebung von ω beliebig wenig von 1 verschieden, kann also nicht $= 0$ werden.

Im Fall II ist $e^{i\Phi(x)} = (x - \omega)(\gamma_0 + \cdots)$, $(\gamma_0 \neq 0)$ und also in genügender Nähe von ω aus demselben Grunde einwertig. q. e. d.

Damit ergibt sich jetzt der wichtige

Satz 9. *Durch die Funktion* $y = \Phi_\omega(x)$ *wird das Innere der Fläche* K_ω *umkehrbar eindeutig und konform abgebildet*

im Fall I: *auf die schlichte Vollebene* (*excl. den Punkt* ∞)
im Fall II: *auf die obere Halbebene* (*excl. die reelle Axe*).

Beweis. I. Ein Kreis C um ω, der ganz in K_ω liegt, wird durch $\Phi(x)$ auf ein einfach zusammenhängendes, schlichtes Gebiet Γ der y-Ebene abgebildet, das den Nullpunkt im Innern enthält. Sei y ein beliebiger endlicher Punkt, so gibt es eine positive Zahl p, für die der Punkt $y_p = a^p y$ innerhalb Γ fällt (weil $|a| < 1$). Diesem y_p entspricht eindeutig ein Punkt x innerhalb C, für den $\Phi(x) = y_p$ ist. Dann existiert aber in K_ω der Punkt x_p, für den $\Phi(x_p) = a^{-p}$, $\Phi(x) = a^{-p} y_p = y$ ist. Also nimmt in der Tat $\Phi(x)$ in K_ω jeden endlichen Wert gerade einmal an.

II. Der Windungskreis C wird durch den logarithmischen Teil von Φ_ω abgebildet auf den Teil der Ebene oberhalb einer Parallelen

zur reellen Axe, durch die Funktion Φ_ω also auf ein Gebiet Γ, das sich von jenem mit abnehmendem C beliebig wenig unterscheidet. Jedenfalls lässt sich in der oberen Halbebene eine Parallele zur reellen Axe ziehen, so dass der obere Teil der Ebene (excl. ∞) ganz zu Γ gehört. Ist y ein beliebiger Punkt der oberen Halbebene, so gibt es einen Exponenten p, für den $y_p = a^p y$ in Γ liegt (da a reell $>$ 1). Ist $\Phi(x) = y_p$ so ist $\Phi(x_{-p}) = y$, womit der Satz bewiesen ist.

Wir betrachten jetzt die *Umkehrfunktion* $x = \overline{\Phi}(y)$, über welche wir sofort folgende Aussagen machen können.

Im *Fall I* gilt:

Satz 9. *$\overline{\Phi}(y)$ ist eine in der ganzen Ebene eindeutige analytische Funktion, die höchstens im Punkt ∞ eine wesentlich singuläre Stelle besitzt. Je nachdem also der Punkt $x = \infty$ innerer Punkt von K_ω ist oder nicht, ist $\overline{\Phi}(y)$ eine ganze oder eine meromorphe Funktion. Sie genügt der Gl.*

$$\overline{\Phi}(ay) = f\,\overline{\Phi}(y) \tag{32}$$

d. h. die Gleichung $x_1 = f(x)$ lässt sich dadurch uniformisieren, dass man setzt $x = \overline{\Phi}(y)$, $x_1 = \overline{\Phi}(ay)$.

Anmerkung. Einen Konvergenzpunkt ω kann man mit einem Kreis C umgeben, in dem nicht nur die Reihe für x_1, sondern auch die p-mal iterierte Reihe konvergiert. Wenn nun ω Häufungsstelle kritischer Punkte ist, so können dies nur Verzweigungspunkte der inversen Funktion $\overline{f}$ sein. *Ist also $\overline{f}(x)$ eine eindeutige, speziell eine rationale Funktion, so ist jeder Konvergenzpunkt von f sicher isoliert und folglich die zugehörige Funktion Φ* (im Fall I) *i. A. meromorph.* Diesen Spezialfall des obigen Satzes hat bereits *Poincaré*[11]) bemerkt und in anderer Richtung verallgemeinert.

Im *Fall II* ist nach Satz 8 $\Phi(y)$ innerhalb der oberen Halbebene eindeutig und bis auf Pole regulär. Was das Verhalten auf der reellen Axe betrifft, so sind 2 Möglichkeiten vorhanden. Besitzt K_ω Randlinien, über die man $\Phi(x)$ fortsetzen kann, so lässt sich auch $\overline{\Phi}(y)$ in die untere Halbebene fortsetzen und man kann mit Hilfe des Spiegelungsprinzips weitere Schlüsse ziehen. Ist aber $\Phi(x)$ nicht fortsetzbar, so ist die reelle Axe für $\overline{\Phi}(y)$ natürliche Grenze. Speziell gilt

Satz 10. *Ist K_ω bloss von diskreten Punkten oder offenen Linien begrenzt, so ist der Existenzbereich von $\overline{\Phi}(y)$ die obere Halb-*

[11]) Poincaré. Journal de Math. (4) 6. 1890.

ebene. $\overline{\Phi}$ *besitzt im Innern derselben den Charakter einer rationalen Funktion, ist um* 2π *periodisch, und genügt der Gleichung* (32).

(Ich bemerke, dass auch für isolierte Fixpunkte dritter Art analoge Sätze existieren. Bei nicht-isolierten Fixpunkten sind hingegen die Funktionen $\overline{\Phi}$ nicht mehr eindeutig.)

In allen Fällen, wo man nun die Gestalt der Konvergenzbereiche feststellen kann, lassen sich mittelst der Sätze über konforme Abbildung weitere Aufschlüsse gewinnen. Zum Beispiel:

1. Die Theorie der Funktionen g, h, j wird sehr einfach, sobald man weiss, dass der Bereich K_ω keine Randlinien besitzt. Man sieht dann leicht ein, dass die Fläche K_ω regulär-verzweigt ist, woraus sich der linear-polymorphe Charakter von $\Phi(x)$ von selbst ergibt. Die Substitutionen S findet man mit der Methode von § 3 A.
2. Kennt man 2 isolierte Konvergenzpunkte α und ω der *gleichen* Art und kann man zeigen, dass die zugehörigen Gebiete K_α, K_ω identisch sind, so folgt, dass jede der Axen Φ_α, Φ_ω eine lineare Funktion der andern ist. Denn durch die Gleichungen $y = \Phi_\omega(x)$, $\overline{y} = \Phi_\alpha(x)$ wird die ganze resp. die halbe y-Ebene ein-eindeutig und konform auf sich selbst bezogen. (α und ω können entweder „unterer" und „oberer" Konvergenzpunkt derselben Iteralfolge sein oder zu verschiedenen Iterationsarten derselben oder verschiedener Funktionen f gehören.)
3. Aehnliche Schlüsse können gemacht werden falls ω von der ersten, α von der zweiten Art ist und K_α ganz zu K_ω gehört. Man betrachte etwa das Beispiel $x_1 = \sqrt{x}$, für welche die Konvergenzgebiete K_0, K_∞ das Innere resp. Aeussere des Einheitskreises (unendlich oft) überdecken und sich zur logarithmischen Windungsfläche K_1 ergänzen. Es ist hier $\Phi_1 = \Phi_0 = \Phi_\infty = \log x$.

Die Frage nach der Begrenzung der Bereiche K_ω gehört in das Gebiet des Picard'schen Satzes. Ein Fortschritt in dieser Richtung wird also auch der vorliegenden Theorie zugute kommen.

Manuskript eingegangen den 17. März 1917.

Über ein Vorkommen von Malmkalk im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes.[1])

Mit Tafel (VII).

Von

A. Buxtorf.

Ein grosses Interesse haben von jeher die ganz sporadisch auftretenden Einschlüsse mesozoischer Schichtpakete beansprucht, die an zahlreichen Stellen im subalpinen Flysch des Alpennordrandes nachgewiesen worden sind. Erst die Lehre von den Überschiebungsdecken und die durch sie bedingte Vertiefung unserer Kenntnisse von der Natur und der Tektonik der Flyschbildungen haben aber die mannigfachen Probleme, die an diese kleinen Schollen geknüpft sind, unserm Verständnis näher zu bringen vermocht. Die Bedeutung, die jedem einzelnen Vorkommen zukommt, ist damit freilich nicht verkleinert worden, und so mag es denn berechtigt erscheinen, wenn ich in der nachfolgenden vorläufigen Mitteilung kurz auf ein Malmvorkommen im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes hinweisen möchte, das ich schon im Herbst 1912 anlässlich meiner im Auftrage der Schweiz. geolog. Kommission ausgeführten Untersuchungen gefunden habe.

Über die Lage der Malmscholle orientiert die 1916 erschienene „Geolog. Vierwaldstätterseekarte", 1 : 50 000.[2]) Etwa 4 km westlich ob Hergiswil liegt mitten in der subalpinen Flyschzone die Alp Fräkmünt, 1309 m ü. M.; das Malmvorkommen ist ziemlich genau 300 m östlich der Alphütten gelegen; die genannte Karte verzeichnet an der betreffenden Stelle ein schmales hellblaues Feldchen mit zwei roten Punkten. Da die topographische Karte (1 : 50 000) fehlerhaft ist, mögen folgende Angaben das Auffinden der interessanten Stelle erleichtern: Der aus dem Sumpfgebiet direkt nördlich Fräkmünt entspringende Bach (I) fliesst nicht, wie die Karte angibt, dem Hölloch zu, sondern biegt bald nach Südosten zu um

---

[1]) Veröffentlicht mit Bewilligung der Schweiz. geol. Kommission.

[2]) „Geologische Vierwaldstätterseekarte" 1 : 50,000, aufgenommen von *A. Buxtorf, A. Tobler, G. Niethammer, E. Baumberger, P. Arbenz* und *W. Staub*, herausgegeben v. d. Schweiz. geol. Kom. 1915 als „Spezialkarte No. 66 a" mit „Profiltafel 66 b", im Kom.-Verlag von A. Francke in Bern.

und vereinigt sich südlich vom Heuschlag mit dem vom Pilatus herkommenden Wildbach. Geht man von Fräkmüntalp genau ostwärts, so findet man eine kleine Bachrinne (II), die West-Ost gerichtet sehr bald in den Bach I einmündet. Der niedrige Rücken nun, der nach Osten zu ausspitzend, die Bäche I und II vor ihrer Vereinigung trennt, ist auf seiner Ostseite durch Abrutschung vom Humus entblösst und hier treten, freilich leider nicht in kontinuierlichem Aufschluss, hellgrau anwitternde, in frischem Bruch graue, dichte, von spärlichen kohligen Häuten durchzogene Kalke auf, die besonders im südlichen Teil in Schieferkalke und Kalkschiefer übergehen. Das ganze Vorkommen ist als eine schätzungsweise ca. 15—25 m mächtige Linse im subalpinen Flysch eingeschaltet; Oelquarzit-führender Wildflysch zeigt sich im Bach (I) direkt nördlich der Kalke, während mergelig-kalkige, mit 60° nach SSW fallende Flyschschiefer an den beidseitigen Böschungen des südlichen Baches (II) beobachtet werden können.

Die Gesteinsbeschaffenheit und namentlich auch das vollständige Fehlen von Fucoiden in den Kalkschiefern liessen nun schon von Anfang an gewisse Unterschiede gegenüber ächten Flyschkalken erkennen und legten auch den Verdacht nahe, es könnte sich eventuell um „exotischen Malmkalk“ handeln. Leider gelang es bisher trotz langem Suchen nicht, Makrofossilien nachzuweisen. Umso erfreulicher war dann aber, dass die Untersuchung von Dünnschliffen der dichten Kalke zahlreiche Schnitte der hübschen, krugförmigen und zu den Lageniden gehörenden Foraminiferenart *Calpionella alpina, Lorenz* ergab, die neben andern nicht näher bestimmbaren Organismenresten, sich sehr schön von der grauen, ziemlich dicht erscheinenden Grundmasse des Kalkes abheben.[3]) Die Calpionellen erscheinen bald als Längsschnitte und zeigen dann deutlich die halsförmige Mündung des Kruges, bald sind sie quer getroffen und bilden dann kleine Ringchen. Die Form der Schälchen, wie überhaupt das ganze Schliffbild stimmen in allen Einzelheiten mit der von *Th. Lorenz* gegebenen Beschreibung und Abbildung überein; ich verweise im übrigen auf die Wiedergabe einer Mikrophotographie (vgl. Tafel VII), die mich weiterer Beschreibung enthebt.[4])

Schon *Th. Lorenz* hat darauf hingewiesen, dass Calpionella in weiter Verbreitung die obersten Malmschichten (Tithon) aus-

---

[3]) Vgl. *Th. Lorenz:* Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Der südliche Rhaetikon. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. Bd. XII. 1901, S. 34 u. ff. u. Taf. IX.

[4]) In freundlicher Weise haben es die Herren cand. geol. *Peter Christ* und Dr. *Fr. Hinden* übernommen, während meiner Abwesenheit im Grenzbesetzungsdienst die Mikrophotographie herzustellen. Herr *Christ* hat auf mein Ersuchen

zeichne; er kennt sie bereits von mehreren Stellen im Falknisgebiet, vom Berglittenstein bei Grabs und aus den Iberger Klippen, ferner auch aus dem Biancone des Alpensüdrandes. *Lorenz'* Angaben haben später durch *Alb. Heim* und *E. Blumer* (Breggiaschlucht), *Arn. Heim* (Berglittenstein), *D. Trümpy* (Falknisgebiet) Bestätigung und Erweiterung erfahren; ausserdem hat *Arnold Heim* Calpionella alpina neuerdings auch aus dem Tithon (Zementsteinschichten) der Churfirsten beschrieben, womit ihre Anwesenheit auch im helvetischen Faciesgebiet erwiesen ist. Alles deutet darauf hin, dass spätere Untersuchungen eine noch viel weitere und allgemeinere Verbreitung werden feststellen lassen. Durch ihr Gebundensein an obern Malm wird so die kleine Foraminifere zur ausgezeichneten Leitform, sie berechtigt uns darum auch dazu, die grauen Kalke im subalpinen Flysch von Fräkmünt mit Bestimmtheit gleichfalls dem obersten Malm, d. h. dem Tithon zuzuweisen.

Schwieriger gestaltet sich die Beantwortung der Frage, mit welcher tektonischen Zone der Alpen das isolierte Vorkommen von Fräkmünt am ehesten in Zusammenhang gebracht werden darf. Selbstverständlich müssen wir uns an dieser Stelle mit wenigen Hinweisen begnügen, eine ausführliche Diskussion würde viel zu weit führen. Nachdem Calpionella auch im Tithon der helvetischen Facies nachgewiesen ist, darf es a priori nicht als ausgeschlossen bezeichnet werden, dass die Kalke von Fräkmünt irgend einer tiefen helvetischen Decke (parautochthone Deckenfetzen oder aber Axendecke) entstammen könnten. Allein die etwas abweichende Gesteinsbeschaffenheit und die enge Verknüpfung mit Wildflyschgesteinen machen es doch wahrscheinlicher, dass wir es mit exotischem Malm zu tun haben. Und da wir ja den gesamten Pilatus nur als unterste und nördlichste Kreidestirnfalten der Wildhorndecke auffassen müssen, so führt uns das Verfolgen dieser Stirne und der ihr vorgelagerten Flyschzone nach SW zu, unmittelbar in das Gebiet der „Zone interne des Préalpes“ (Zone des Cols) bezw. in die von dieser abzuleitende „Zone externe“ (Gurnigel). Mit dieser letztern, vor allem mit den sie begleitenden mesozoischen Einschlüssen glaube ich darum am ehesten die Malmkalke von Fräkmünt in Vergleich setzen zu dürfen. Ein Zusammenhang mit den Klippen und „Préalpes médianes“ ist dagegen wohl entschieden von der Hand zu weisen.

Manuskript eingegangen im März 1917.

---

hin auch die auf Tafel VII angegebenen Maasse der Calpionellenschälchen bestimmt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank sage. Die von ihm gefundenen Werte sind etwas kleiner als die von *Lorenz* (a. a. S. 60) angegebenen, das Verhältnis der Höhe zum Durchmesser der Krügchen bleibt sich dagegen gleich.

Zur Kenntnis einiger Carnivoren aus dem Phryganidenkalk des Allierbeckens.

Von

H. Helbing.

Die Fleischfresserüberreste der berühmten oberoligocänen Fundstellen im Phryganidenkalk des Allierbeckens gehören ihrer quantitativen Vertretung nach hauptsächlich der aquatilen Form Potamotherium Valetoni an. Reste anderer Carnivoren sind seltener. Die folgenden Beiträge beschränken sich darauf, einige dieser seltenen Belegstücke zu studieren. Sie liegen alle in der Basler Sammlung und ich spreche Herrn Dr. *H. G. Stehlin* für die Überlassung des wertvollen Materials meinen besten Dank aus. Eine sehr erwünschte Vorarbeit bot sich mir in der Neubearbeitung der Carnivoren des Quercy durch *P. Teilhard-de-Chardin.* Der Nachweis eines Restes echter Miaciden und des vollständigen Fehlens von Viverren in der Phosphoritfauna kann auch auf die Beurteilung des jungoligocänen Carnivorenbestandes nicht ohne Einfluss sein. Bevor aber weitergehende Schlüsse möglich sind, bedarf es erst gründlicherer Durcharbeitung des in Betracht kommenden Materials, wozu die folgenden Zeilen ihren Teil beitragen möchten.

I. Genus Palaeogale Schlosser.

Pomel fasste ursprünglich alle hierher gehörigen Formen im Genus Plesiogale zusammen. *Teilhard-de-Chardin* weist nach, dass zuerst *Gervais* und später *Filhol* mit demselben Genus Unterkiefer aus den Phosphoriten vereinigten, die zu Palaeoprionodon und Stenogale gehörten. *Schlosser* schied dann diese Quercyformen in seiner Revision mit der Aufstellung des H. v. Meyer'schen Genus Palaeogale aus. Letzteres ist in der Phosphoritfauna vorläufig nur

durch Mandibeln belegt, während das Aquitan von St. Gérand-le-Puy reichlichere Materialien geliefert hat. Diejenigen der Basler Sammlung verteilen sich auf zwei verschiedene Arten, angustifrons und minuta, von denen die maxillare Bezahnung und von der ersteren auch der Schädel vorhanden ist.

A. Palaeogale angustifrons Pomel.

Die Typusspecies, ein Gesichtsschädel mit fast vollständiger Bezahnung, ist schon 1846 von *Pomel* in der Gaumenansicht abgebildet worden. Möglicherweise gehörte dieses Stück einem jungen männlichen Individuum an, da einerseits die Suturen zwischen Nasale, Frontale und Maxillare noch vorhanden und da andererseits die Alveolen der oberen P_4 noch nicht verschwunden sind. Das Typusstück gelangte nach *P. Gervais*' Notiz ins Britische Museum, wo es später von *Filhol* eingesehen worden ist.

Dieser bildet sodann in seiner Hauptarbeit über St. Gérand auf Pl. 25 im Zusammenhang mit angustifrons-Mandibeln in der Fig. 14 den oberen P_1 und den oberen M_1 eines lutra-artigen Tieres ab, die *Schlosser* darüber im Zweifel liessen, ob die Form überhaupt noch zu Palaeogale zu rechnen sei. *Filhols* Text hebt zwar die Ähnlichkeit des oberen P_1 mit demjenigen von Mustela foina hervor, was wohl am ehesten darauf hinzudeuten scheint, dass die Fig. 14 als irrtümlich aufzufassen ist.

Pomels Abbildung der Typusspecies wird von *Schlosser* wahrscheinlich übersehen worden sein, da die Zugehörigkeit des Schädelfragments zum Genus Palaeogale kaum zu verkennen ist.

Der Schädel S. G. 2894 von Montaigut der Basler Belegsammlung stimmt mit *Pomels* Typusspecies in folgenden Massen überein:

1. Länge der Zahnreihe, vom Caudaleck der Caninalveole bis zum hinteren Ausseneck des oberen M_1 — $0{,}025_6$
2. Entfernung der Postorbitalfortsätze vom medialen freien Ende der Nasalia — $0{,}026_9$
3. Vom Caudalrand der I-alveolen bis ans Ende des Palatinums längs der Mediane — $0{,}034_5$
4. Transversalabstand der Caninalveolen auf der Höhe des Caudalrandes der Foramina palatina anteriora — $0{,}008_9$
5. Transversalentfernung zwischen den Innenhügeln beider Reisszähne — $0{,}013_4$
6. Abstand zwischen den Lateralwänden der Foramina infraorbitalia — 0,024

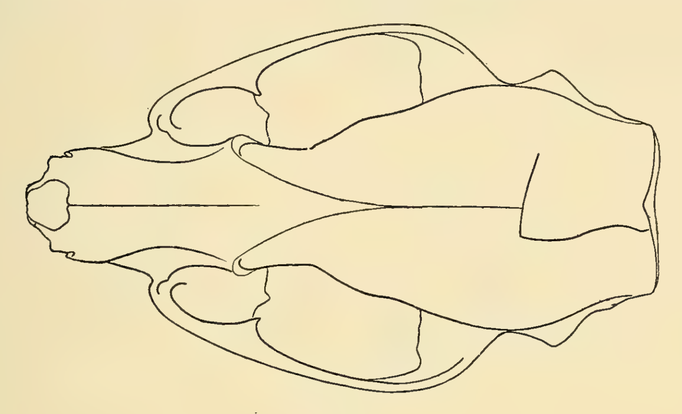
7. Der Transversalabstand der Postorbitalfortsätze

	Pomels Species	0,016
	S. G. 2894	$0{,}018_2$

8. Die postorbitale Einschnürung, unmittelbar vor der Erweiterung zum Gehirnschädel.

	Pomels Species	$0{,}013{,}_2$
	S. G. 2894	$0{,}014_6$

Der Unterschied bei 8. ist für die Feststellung der spezifischen Zusammengehörigkeit der hier in Betracht kommenden Schädel ohne Belang, da die Differenz nach *Hensels* Mass f der Craniologischen Studien für individuelle Unterschiede innerhalb adulter Tiere ein und derselben Species mehr als den doppelten Betrag ausmacht.



Figur 1.

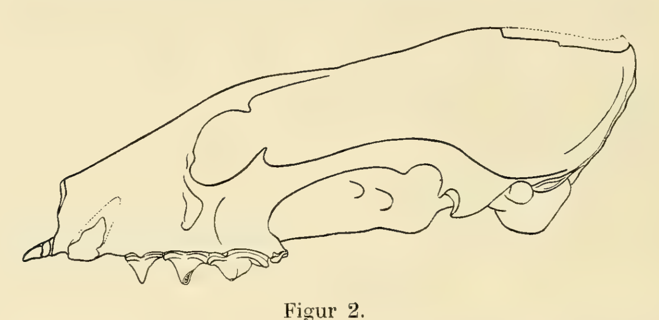
Figur 1. *Palaeogale angustifrons* Pomel. Schädel in der Obenansicht. S. G. 2894. 1/1.

Die linke Schädelhälfte ist fast vollständig erhalten geblieben, nur die Occipitalwand und Teile der Schädelbasis in der Umgebung der linken Bulla sind weggebrochen. In der rechten Schädelhälfte fehlt ein ziemlich grosses Stück der occipito-parietalen Region, die Bruchstelle greift an ihrem cranialen Ende 4 mm auf die linke Schädelhälfte über. Hinter dem rechten Postorbitalfortsatz hat die Schädelwand etwas gelitten, vom Jochbogen ist hier nur der Proc. zygomaticus des Temporale stehen geblieben, im übrigen ist auch diese Schädelhälfte noch recht gut erhalten.

Der Schädel erscheint von oben gesehen langgestreckt und schmal, der Caudalrand des Schädeldaches ist zu beiden Seiten der Mediane auf eine kurze Strecke von ungefähr 0,010 aufgebogen. Im Niveau seiner grössten Transversaldehnung ragen die basalen Abschnitte der Occipitalleiste in beträchtlicher Ausdehnung hervor. Die Orbitae

treten im Vergleich zur Schädelgrösse an Umfang eher etwas zurück, sie werden caudal durch einen kräftigen Proc. postorbitalis des Iugale begrenzt, dagegen sind die Postorbitalfortsätze des Frontale nur durch schwache Vorsprünge der hier auslaufenden paarigen Abschnitte des Sagittalkammes angedeutet.

In der Seitenansicht fällt die geringe Höhe des Schädels im Vergleich zu seiner Länge auf. Die Bullae springen ventral stark hervor, auch sind sie sagittal etwas verkürzt gegenüber denjenigen rezenter putoriiner Formen. Der knöcherne Auslauf des Gehörgangs nimmt die craniale Seitenwand in Anspruch, während sich bei rezenten Mardern der ventrale Abschnitt des Gehörgangendes etwas in die Länge zieht. Eine lang ausgezogene äussere Pterygoidgrube hebt sich deutlich von dem über dem Foramen opticum gelegenen Abschnitt der Fossa temporalis ab (nicht in die Figur eingezeichnet). Am



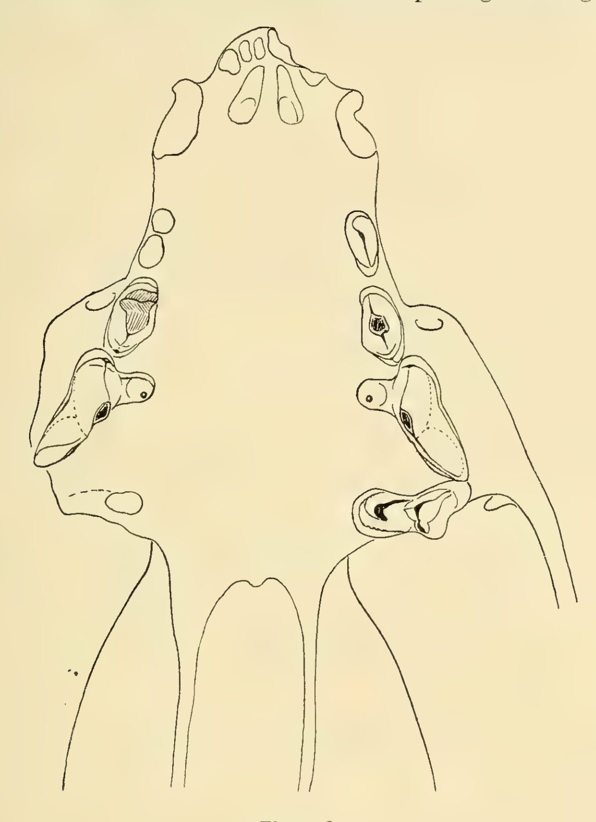
Figur 2.

Figur 2. *Palaeogale angustifrons* Pomel. Schädel in der Seitenansicht. S. G. 2894. 1/1.

Caudalende der innern Pterygoidgrube liegt das Foramen ovale, zwischen ihm und dem Foramen lacerum anterius zeigt sich keine Spur eines Alisphenoidkanals. Die Grenzlinie zwischen den beiden Pterygoidgruben setzt sich über das Foramen sphenopalatinum cranial fort und verbindet sich schliesslich mit einer dünnen Scheidewand, die den Infraorbitalkanal von dem darüber liegenden Tränenkanal trennt. Die dorsale Brücke des ersteren verdickt sich caudoventral, seine Öffnung steht nicht wie bei rezenten Musteliden über dem vorderen Abschnitt des Reisszahns oder gar des M_1 (Meles), sondern weiter vorne über der hinteren Wurzel des P_2.

Die Incisiven und der Canin der oberen Zahnreihe sind von *Pomel* abgebildet worden, am Schädel S. G. 2894 fehlen sie. Ein Diastem von 0,004 trennt den P_3 vom caudalen Rand der Caninalveole, die Krone ist hoch und schmal, ihre kürzere vordere Schneide verläuft in leicht S-förmiger Biegung, die dadurch zustande kommt, dass sich

ein Schmelzgrätchen aus dem lingualen Cingulum der cranialen Kronenbasis erhebt, das sich labial wendet und schliesslich das Distalende der vorderen Schneide bildet. Über der Grenze beider Alveolen schmilzt das Innencingulum in die Kronenbasis ein. Die längere hintere Schneide geht von einer Schmelzverdickung des caudobasalen Kronenendes aus und verläuft bis zur Zahnspitze genau sagittal. Der



Figur 3.

Figur 3. *Palaeogale angustifrons* Pomel. Maxillargebiss in der Gaumenansicht. S. G. 2894. 2/1.

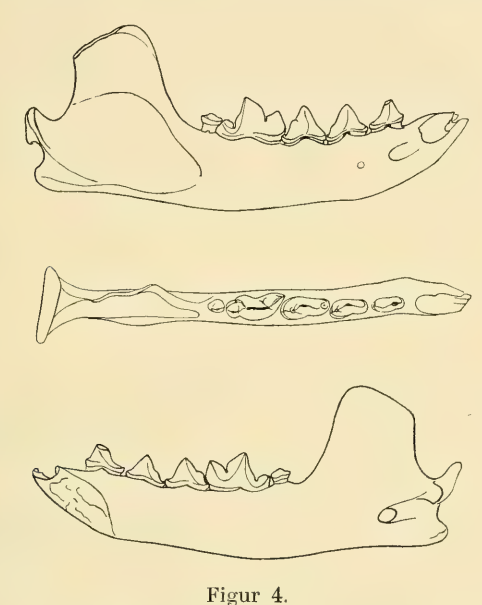
P_2 wird vom P_3 durch ein kleines Diastem getrennt, dafür legt sich aber das Vorderende des Reisszahnes so über das Caudalende des P_2, dass dieses letztere von aussen nicht eingesehen werden kann. Die Schneiden sind gleich lang geworden und ein kontinuierliches, kräftiges Aussencingulum verbindet die beiden Enden der basalen Krone, deren Querschnitt sich durch eine Vorwölbung der Lingualwand unmittelbar hinter der Wurzelgrenze vom entsprechenden Bild des P_3

unterscheidet. Von den beiden Basalhöckern erscheint der caudale besonders accentuiert. Der P_1 ist dadurch eigentümlich modernisiert, dass die hintere scharfe Kante des Haupthügels ohne Unterbrechung in den schneidenförmig entwickelten Teil der Zahnkrone übergeht. Bei der kleinsten Form des Genus — Palaeogale minuta — fehlt die Kontinuität zwischen diesen Kronenhauptabschnitten — hier senkt sich wie am D_2 ein tiefer Spalt zwischen Haupthügel und Schneide ein, der auch dem oberen P_1 viverroider Formen eigen ist. Der obere M_1 gleicht schon dem entsprechenden Zahn des rezenten putoriinen Gebisses. Zwei transversale Längskanten zeigen die Tendenz, die Krone hantelförmig einzuschnüren. Da sich der linguale Kronenabschnitt erst wenig gedehnt hat, scheint auch der Grad der Einschnürung noch nicht so weit gediehen, wie bei vielen rezenten musteloiden Formen. Das Cingulum der vorderen Aussenecke verbindet sich durch einen einheitlichen Grat mit dem Innenhügel. Vom caudalen Schenkel der Trigonumkanten sind keine Spuren mehr vorhanden, er ist auch bei rezenten Mardern und Melinen verloren gegangen. Im labialen Kronenabschnitt treten die beiden Aussenhügel sehr nahe zusammen, ihr ungleiches Volumen gibt dem Kronenrelief ein wesentlich moderneres Aussehen, als es uns *Matthew* für den oberen M_1 der White-River-Form Bunaelurus lagophagus Cope beschrieben hat. Ein ursprüngliches Merkmal tritt dagegen im viverroiden Verlauf der Kronenaussenkante und in der weit ausgezogenen vorderen Aussenecke zutage, in deren Umgebung sich das Cingulum parastylartig verdickt. Dazu kommt die bogenförmig verlaufende und gegen das Parastyl gerichtete craniale Schneide des vorderen Aussenhügels, die dem Kronenrelief ebenfalls ursprünglicheren Schnitt verleiht.

Bunaelurus lagophagus Cope und Palaeogale angustifrons Pomel.

Der Schädel aus den oberen Oreodonschichten der White-River-Formation ist bedeutend kleiner als derjenige von Palaeogale angustifrons, doch ist eine gewisse Ähnlichkeit der allgemeinen Schädelform nicht zu verkennen. Die Postorbitalfortsätze beider Formen sind rudimentär, dagegen besass Bunaelurus keinen Proc. postorbitalis des Iugale. Die Bullae bleiben kurz und springen ventral stark hervor, bei der amerikanischen Form tritt aber der Gehörgang in Form einer kreisrunden Öffnung aus der lateralen Bullawand hervor, während er sie am Palaeogaleschädel röhrenförmig verlässt. In der Verlängerung des Palatinums nimmt Palaeogale eine Mittelstellung zwischen Bunaelurus und rezenten Putoriinen ein. Beide Formen unterscheiden

sich durch den verschiedenen Grad der Reduktion des Vordergebisses, der sich besonders am P_3 dadurch kundgibt, dass dieser Zahn bei Palaeogale beträchtlich kleiner werden kann, als sein Nachfolger in der Reihe. Der Lingualabschnitt der M_1-Krone von Bunaelurus hat sich noch nicht verbreitert, auch ist es noch nicht zur Anlage eines Innencingulums gekommen, dagegen persistieren bei der amerikanischen Form die beiden ursprünglichen Trigonumkanten, während der M_1 von P. angustifrons den caudalen Schenkel vollständig verloren hat.



Figur 4.

Figur 4. *Palaeogale angustifrons* Pomel. Mand. dext. mit M_2—P_3, von aussen, oben und innen. S. G. 2896. 1/1.

S. G. 2896 Mand. dext. M_2—P_3 und S. G. 2895 Mand. sin. M_2—P_2 von Montaigut. Die beiden Mandibeln gehören zu dem oben beschriebenen Schädel von Palaeogale angustifrons. Sie stimmen sehr gut zu den beiden Unterkieferhälften aus der Sammlung Milne-Edwards, auf die *Filhol* seine Species „lemanensis" gegründet hat. Sie sollte sich dadurch von andern Palaeogalearten unterscheiden, dass die Länge der mandibularen Zahnreihe nur 0,027 beträgt, also etwas weniger als diejenige der Species angustifrons. *Schlosser* musste die Zugehörigkeit der lemanensis zum Genus Palaeogale nur deshalb als fraglich dahingestellt sein lassen, da er aus *Filhols* Abbildungen keinen Einblick in den Bau des unteren M_2 gewinnen konnte. Unseres Erachtens liegt kein Grund vor, der zur spezifischen Abtrennung von

angustifrons zwingen könnte. *Filhol* gibt übrigens selber zu: „peut-être, lorsque l'on aura pu réunir un plus grand nombre d'échantillons, devra-t-on le considérer comme appartenant à une race descendant du Mustela angustifrons.“ Um zu einem Urteil zu gelangen, wie weit überhaupt die Kieferlängen innerhalb der Art variieren können, haben wir *Hensels* Messungen am Iltisschädel zu Rate gezogen. Namentlich lag uns daran zu prüfen, wie sich die Längen der Zahnreihen verhalten, wenn nicht nur Schädel von gleicher Grösse, sondern auch solche verschiedenen Geschlechts miteinander verglichen werden.

Das Mass q der Craniologischen Studien, das die Länge einer Zahnreihe in der Entfernung von dem vorderen Rande der Caninalveole bis zum Hinterrand der Alveole des unteren M_2 ausdrückt, gibt uns hiefür die besten Anhaltspunkte.

Unter 77 männlichen adulten Schädeln variierte das Mass
zwischen $0{,}025_6$ im Maximum
und $0{,}020_4$ im Minimum.

Unter 46 weiblichen Schädeln dagegen
zwischen $0{,}022_5$ im Maximum
und $0{,}019_7$ im Minimum.

Aus diesen Messungen geht hervor, dass die Längenvariation der mandibularen Zahnreihe unter den männlichen Schädeln allein schon nahezu 20 % des Maximums betragen kann; zieht man dann aber erst noch das Minimum der weiblichen Schädel in Rechnung, so erreicht die Differenz ein Viertel vom männlichen Maximum. Nach den Variationstabellen im Catalogue of the Mammals of Western Europe des Britischen Museums steht für den Iltis einem männlichen Maximum der unteren Zahnreihe von $0{,}025_4$ ein weibliches Minimum von $0{,}016_6$ gegenüber, was doch nichts anderes besagt, als dass die Längen der kleinsten weiblichen Mandibeln den grössten männlichen um die Drittelslänge dieser letzteren nachstehen können. Wenden wir nun diese am rezenten Material gewonnenen Erfahrungen auf die Vorkommnisse der grossen Palaeogalearten im Phryganidenkalk des Allierbeckens an, so ergibt sich folgendes Bild.

Die grösste Art, die *Pomel* mit der Bezeichnung robusta belegt hat, unterscheidet sich durch kräftigere Entwicklung der vorderen Basalknospe des P_1 und durch ein kleines Diastem zwischen P_3 und P_2 von den übrigen Arten. Solche Merkmale reichen wohl kaum hin, eine Species genügend zu begründen, da derartige Erscheinungen im Gebiss ein und derselben Species nachgewiesen werden können. *Schlosser* bemerkt, dass das von *Filhol* gegebene Längenmass für die mandibulare Zahnreihe von robusta nicht hinreicht, die Species von

angustifrons zu trennen. *Gervais* gibt die Mandibularreihe der letzteren mit 0,031 an.

Da keine durchgreifenden Unterschiede in Betracht kommen, liegt die Annahme nahe, dass die Arten robusta und lemanensis nur als Grenzfälle einer Grössenvariation innerhalb derselben Art angustifrons aufzufassen sind, gehen doch die Längendifferenzen nicht einmal über die Grenzwerte hinaus, die schon innerhalb der Species durch die Geschlechtsdifferenzen möglich sind. Wahrscheinlich bilden die grossen Palaeogale einen Formenkomplex, dessen Individuen der Grösse nach variieren, im übrigen aber keine tiefergreifenden spezifischen Unterschiede erkennen lassen, sodass die Trennung einer Varietas major von einer Varietas minor innerhalb der Species angustifrons geeigneter erscheint, als eine ungenügend begründete Unterscheidung von Arten. Palaeogalemandibeln sind wiederholt Gegenstand einlässlicher Beschreibung gewesen, sodass ich mich an dieser Stelle mit dem Hinweis auf die beigegebenen Textfiguren 4a, b, c begnügen darf.

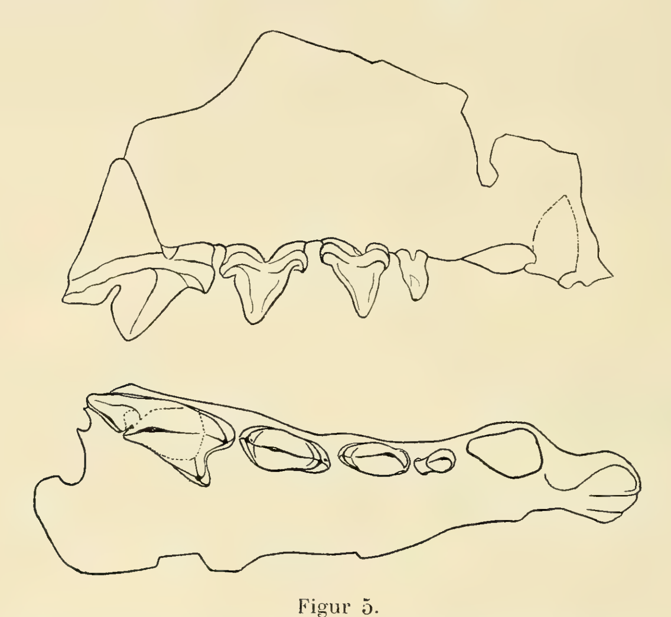
B. Palaeogale minuta P. Gervais.

Der Typus dieses kleinsten Vertreters des Genus ist ein rechtsseitiges Mandibelfragment mit M_1 und M_2, das 1848 von *Gervais* abgebildet worden ist.

H. von Meyer beschrieb zwei Jahre später sehr ähnliche, aber etwas grössere Unterkiefer von Weissenau und Haslach, die er mit der Speciesbezeichnung fecunda belegt. *Schlosser* publizierte die *H. v. Meyer*'schen Zeichnungen und liess die Art fecunda neben minuta bestehen. *Teilhard-de-Chardin* findet keinen ernsthaften Grund dafür, diese Trennung aufrecht zu erhalten. Was sodann *Filhol* an craniologischem Material zur Beschreibung der Mustela mustelina = Palaeogale fecunda H. v. Meyer beigebracht hat, gehört wohl nur zum Teil hierher. Wir werden im folgenden Kapitel zeigen, dass der Gesichtschädel wenigstens sicher ausgeschieden werden muss.

Von der maxillaren Bezahnung der Palaeogale minuta ist bisher nur ein isolierter P_1 sup. von Eggingen bei Ulm bekannt geworden, den *Schlosser* abgebildet hat. Das Basler Museum besitzt von Palaeogale minuta eine rechte Maxilla S. G. 676 mit P_1—P_4 in situ aus der Gegend von St. Gérand-le-Puy, sowie ein rechtes Mandibelfragment S. G. 675 mit M_2—P_1. Ziehen wir die Species fecunda zugunsten der älteren minuta ein, so gehört noch eine linke Mandibel S. G. 921 hierher, die ausser dem C und dem P_3 die Reihe M_2—P_1 trägt.

S. G. 676. Maxilla dext. mit P_1—P_4 von P. minuta P. Gervais. Die Incisiven und der Canin sind ausgefallen. An die Stelle des Diastems, das hinter der Caninalveole nach Analogie mit angustifrons zu erwarten wäre, tritt ein P_4, der mittelst einer kräftigen vorderen und einer schwächeren hinteren Wurzel im Kiefer befestigt ist. Die nach rückwärts gekrümmte Kronenspitze liegt noch im Niveau der vorderen Alveole, da der flache craniale Abhang steiler abfällt, als der mehr schneidenförmige caudal gerichtete. Der ebenfalls zweiwurzelige P_3 erscheint bedeutend kräftiger als der vorderste



Figur 5.

Figur 5. *Palaeogale minuta* P. Gervais. Maxilla dext. mit P_1—P_4, von aussen und unten. S. G. 676. 5/1.

Praemolar. In der Seitenansicht ähnelt die Asymmetrie des Haupthügels derjenigen des P_4. Die auffallende Ähnlichkeit dieses P_3 mit dem entsprechenden Zahn der grösseren Art angustifrons setzt die generische Zugehörigkeit des kleinen Oberkieferchens ausser Zweifel. Am Grunde des Haupthügels gliedert sich je eine craniale schwächere und eine caudale kräftigere Basalknospe aus. Dementsprechend verstärkt sich auch die hintere Wurzel, die das talonartige Gebilde trägt, auf dessen Oberfläche eine kleine sagittale Kante als Fortsetzung der anstossenden Schneide verläuft. Der P_2 fällt durch die beiden kräftigen Basalknospen und die Umkehrung des Längenverhältnisses beider Schneiden auf. In der Mitte der labialen Kronenbasis setzt

eine cingulumartige Schmelzverdickung ein, die aber kontinuierlich in den Schmelz der Krone übergeht. Etwas distinkter tritt das Cingulum auf der lingualen Seite des Zahnes auf, wo es sich besonders über dem Cranialende der hintern Alveole auf eine kurze Strecke wulstartig verdickt. Den Reisszahn — P_1 — kennzeichnet der Spalt, der sich zwischen den klingenförmigen Teil der Krone und deren Haupthügel einsenkt. Der Zahn erinnert dadurch, wie wir oben schon hervorhoben, eher an den D_2 sup. der Musteliden oder an den oberen P_1 der Viverren, als an das entsprechende Element des Gebisses von Palaeogale angustifrons. Der Haupthügel wendet sich sagittal schräg nach hinten, an seiner cranialen Basis sitzt ein kräftiger Nebenhügel, der zur Gestalt des unteren P_1 passt, er ist deutlich grösser als der Innenhügel des Zahnes, was besonders in der Gaumenansicht deutlich wird.



Figur 6.

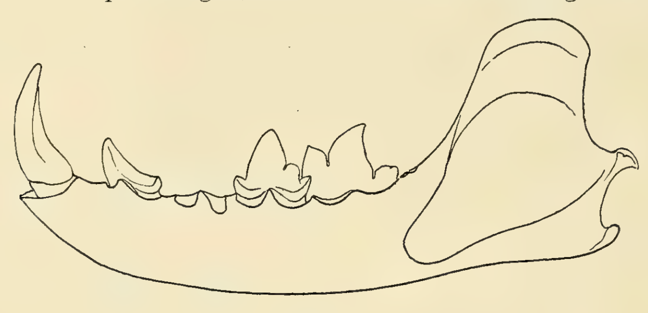
Figur 6. *Palaeogale minuta* P. Gervais. Mand. dext. mit M_1—P_1. S. G. 675. $^3/_1$.

S. G. 675. Mand. dext. M_2—P_1 Gegend von St. Gérand-le-Puy. Die Bestimmung der soeben beschriebenen oberen Bezahnung von Palaeogale minuta stützt sich in erster Linie auf ein rechtes Mandibelfragment der Basler Belegsammlung, das denselben Erhaltungszustand aufweist wie die Maxilla und in der Grösse gut zu ihr passt. Die charakteristische Zurückbiegung der Spitze des Haupthügels, das vollständige Fehlen eines Innenhügels, das kurze schneidende Talonid, sowie die Beschaffenheit der kleinen M_2-Krone lassen keine Zweifel an der Zugehörigkeit der Mandibel zum Genus Palaeogale aufkommen. Der M_2 hat die charakteristische lateral komprimierte Form, er ist zweiwurzelig und mit einer Schneide versehen, die im Profilcontour dreiteilig erscheint. Der hohe P_1 trägt auf der Hinterkante einen kleinen Nebenhügel, an der caudalen Kronenbasis gliedert sich ein talonartiges Gebilde aus, das die vordere Basalknospe an Grösse übertrifft.

Die kleine Mandibel S.G.675 stimmt genau mit der Typusspecies Mustela minuta überein, die *P. Gervais* 1848 erstmals abgebildet hat.

S. G. 2860. Mand. sin. M_2—P_1; C Montaigut. Dieser Unterkiefer gehört seiner Grösse nach zu Palaeogale fecunda, die *H. von Meyer* 1846 beschrieben, aber nicht abgebildet hat. *Schlosser* identifizierte die Species mit *Pomels* Plesiogale mustelina. Tatsächlich ist aber, wie *Teilhard-de-Chardin* bemerkt, die Trennung der beiden Arten minuta und fecunda nicht genügend begründet, da ausser der geringen Grössendifferenz keine Merkmale in Betracht kommen, die zur Unterscheidung der Arten verwertbar wären. Ich reihe daher die beiden kleinen Mandibeln unter der Bezeichnung P. minuta ein.

Die Materialien, die *Filhol* 1879 Pl. 25, Fig. 1—7 abbildet, können nur zum Teil auf diese Species bezogen werden. Ich werde im nächsten Kapitel zeigen, dass namentlich die mitabgebildeten Ge-



Figur 7.

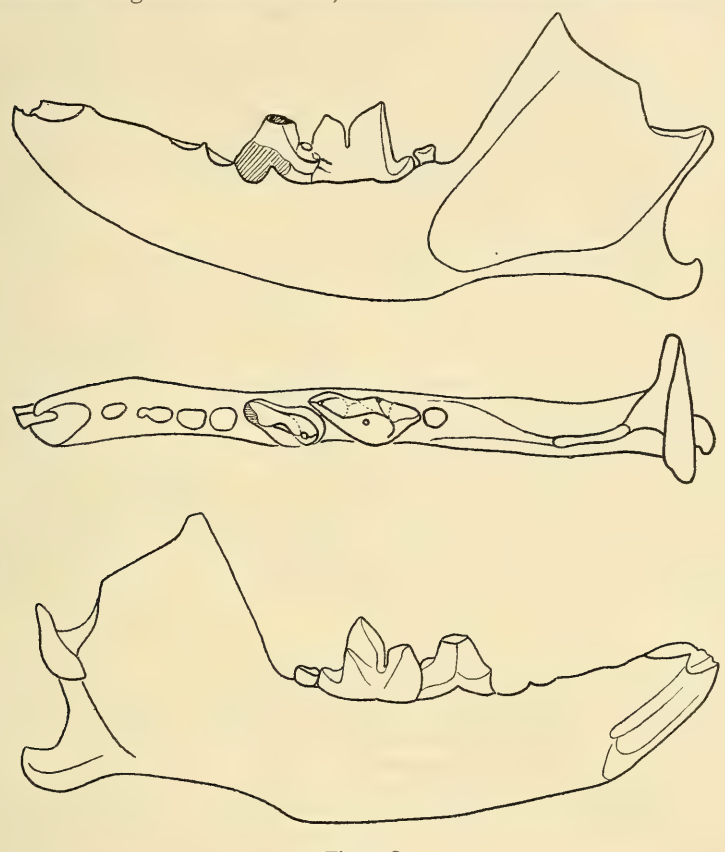
Figur 7. *Palaeogale minuta* P. Gervais. Mand. sin. mit M_1, P_1, P_3, C. S. G. 2860. 3/1.

sichtschädel unmöglich zum Genus Palaeogale gehören können. Hier sei nur erwähnt, dass *Filhol* im Text betont, die Öffnung des Gehörganges bilde keine röhrenförmige Verlängerung, wie bei den Plesicten, sondern sie falle direkt mit der Aussenwand der Bulla selbst zusammen. Meine Beobachtungen am Schädel von Palaeogale angustifrons bestätigen diese Darstellung keineswegs. Ich trete hier absichtlich auf keine weiteren Einwände ein, da mir die Besprechung des folgenden Genus, Stenogale, hiezu Gelegenheit bieten wird.

II. Genus Stenogale Schlosser.

Schlosser schied unter dieser Bezeichnung ursprünglich nur die Proailurus des Quercy aus, die entsprechenden Formen von St. Gérand-le-Puy sollten dagegen ihren alten Genusnamen beibehalten. *Teilhard-de-Chardin,* der die Genusdiagnose für die Stenogale des Quercy präzisiert, weist neuerdings auf die Gründe dafür hin, warum auch

Proailurus Julieni, Filhol, aus dem Phryganidenkalk von St. Gérand als eine Stenogale aufzuführen ist. Wir wenden daher im folgenden die neue Genusbezeichnung an. Leider ist es mir trotz aller Bemühungen nicht gelungen, *Filhols* Proailurusmonographie (Observations sur le genre Proailurus) in die Hände zu bekommen.



Figur 8.

Figur 8. *Stenogale brevidens* H. v. Meyer. Mand. sin. mit M_2—P_1, von aussen, oben und innen. S. G. 2436. $^2/_1$.

Stenogale brevidens H. v. Meyer.

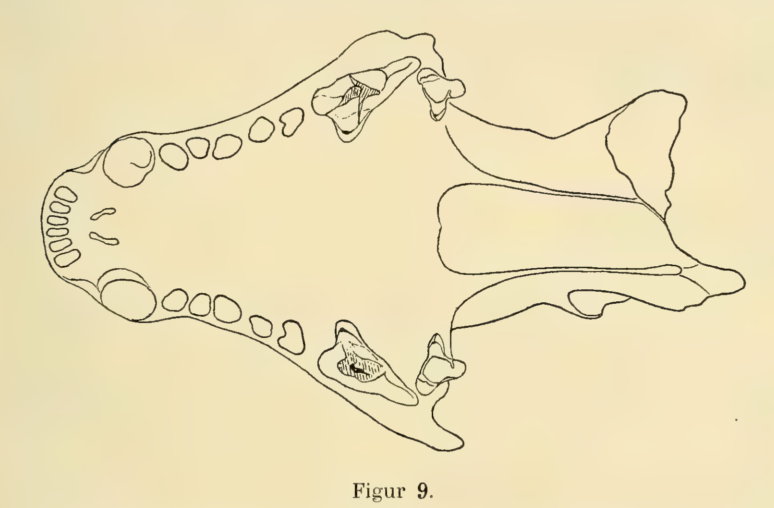
S. G. 2432. Mand. sin. M_2—P_1. Die kleine Mandibel von Jaligny unterscheidet sich durch die Kieferform sowie durch die weiter fortgeschrittene Reduktion des P_3 von der Species *Hermann von Meyers,* auch nach der Gestalt des Reisszahns dürften diese Formen nicht ohne weiteres vereinigt werden. Da jedoch die beiden

Unterkiefer sowohl in der Grösse als auch in den generischen Merkmalen übereinstimmen und da sie ferner Horizonten gleichen Alters angehören, ziehen wir vor, die schon bestehende Speciesbezeichnung in Anwendung zu bringen. Die Mandibel könnte zwar auch auf Stenogale Julieni, Filhol, bezogen werden, da der geringe Längenunterschied der Zahnreihe, der keine 0,004 beträgt, kaum zur spezifischen Abtrennung nötigen dürfte. Letztere wird dadurch veranlasst, dass wir einen kleinen Gesichtschädel aus der Gegend von St. Gérand-le-Puy mit der Mandibel von Jaligny in Beziehung bringen, dessen oberer M_1 nicht wohl zu demjenigen der Form Julieni passt — wenn auch — wie wir sehen werden, gemeinsame Züge zwischen beiden nicht zu verkennen sind. Von den drei in situ befindlichen Zähnen der Mandibel ist der Reisszahn am besten erhalten geblieben, sein Vorderhügel neigt zu transversaler Stellung und seine Schneide steht von der entsprechenden Linie des Haupthügels (Protoconid), die stark nach rückwärts neigt, weit ab. Am Haupthügel fällt der hohe Hinterabhang auf, dessen basal-linguale Kante den reduzierten Innenhügel (Metaconid) trägt, der in der Aussenansicht nicht eingesehen werden kann. Er ist aufrecht und zugespitzt. Das Talonid ist kurz, aber bei weitem nicht so stark reduziert wie bei den echten Proailurus. Ein gestreckter schneidenförmiger Aussenhügel (Hypoconid) fällt zum Lingualrand ab, der nur spurweise erhöht erscheint. Der M_2 hat die charakteristische Knopfform, der Schmelzüberzug der Krone ist so stark korrodiert, dass kein Relief mehr zu erkennen ist.

Die caudale Kronenbasis des P_1 bildet eine Art Talonid, das sich satt an die lateral-basale Vorderhügelwand des M_1 legt. Der grosse Nebenhügel auf dem Hinterabhang der P_1-Krone ist in der Oberansicht, sowie in der Aussenansicht zu erkennen. Der P_2 wich den Alveolen nach nur unbedeutend vom hintern Nachbar in der Reihe ab; der Entwicklungsgrad des P_3 steht hiezu in schroffem Gegensatz, während der P_4 wiederum normal entwickelt ist. Form und Lage der C- und I-Alveolen werden am besten aus den beigegebenen Abbildungen klar.

S. G. 617. Gesichtschädel, M_1—P_1 sin. et dext. aus der Gegend von St. Gérand-le-Puy. Das Schädelfragment passt in mehrfacher Beziehung zu der eben beschriebenen Mandibel, sodass wir glauben, die beiden Fossilien aufeinander beziehen zu dürfen. Dem hohen Haupthügelgipfel des unteren Reisszahns entspricht im Oberkiefer eine tiefe napfartige Grube des Maxillare, die sich auf der Lingualseite des Kontaktes von P_1 und M_1 befindet. Diese Vertiefung erinnert lebhaft an eine ähnliche Bil-

dung im Obergebiss von Viverravus angustidens, wo sie nicht wohl anders als durch den hohen Haupthügel des unteren M_1 zustande kommen kann (cfr. Qu. U. 322 der Basler Sammlung). Damit soll nicht gesagt sein, dass dieses Merkmal andern adulten Carnivorenschädeln fehle, es erscheint nur im Viverravusgebiss besonders deutlich ausgeprägt. Wird nun der untere M_1 der Stenogalemandibel auf diesen Fixpunkt eingestellt, so legt sich der vordere Aussenhügel des oberen Molaren satt an den zwischen Talonid und Haupthügel ausgesparten Winkel an, zugleich stellen sich auch die Caninalveolen in ihre natürliche Lage ein, sodass also der Cranialrand der oberen Alveole senkrecht über den Caudalrand der unteren zu stehen kommt. Auf



Figur 9.

Figur 9. *Stenogale brevidens* H. v. Meyer. Gesichtsschädel von unten. S. G. 617. 2/1.

die Zusammengehörigkeit der beiden Fossilien fällt aber auch noch von anderer Seite einiges Licht. *Filhol* bildet auf Pl. 25, Fig. 1—5 Schädel und Mandibeln einer kleinen Palaeogaleart — Mustela mustelina = Palaeogale minuta — ab, die wohl kaum zusammen gehören können, namentlich scheint der dort abgebildete Gesichtschädel in keiner Beziehung zu diesem Genus zu stehen. Dagegen weist er unverkennbare Anklänge an unsern Stenogaleschädel S.G. 617 auf, obschon er dessen Dimensionen nicht erreicht. Betrachten wir den letzteren zunächst von der Gaumenseite her (Textfig. 9), so tritt schon in der Stellung und in der relativen Grösse der I-Alveolen ein Merkmal zutage, das eher zu Stenogale-, als zu Palaeogalecranien von annähernd gleicher Grösse passt. *Filhols* Fig. 1 der Pl. 25 gibt den oberen P_2 mit drei deutlich gesonderten Alveolen wieder. Wir

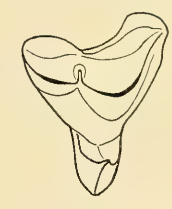
kennen bisher keinen Vertreter des Genus Palaeogale, dessen P_2 durch eine Innenwurzel gestützt würde, dagegen ist bekannt, dass der P_2 sup. von Stenogale Julieni Filhol dreiwurzlig ist, obgleich die Innenseite des Zahnes weder Fortsatz noch Zacken trägt. Der P_2 des Gesichtschädels S. G. 617 ist durch eine gespaltene hintere Wurzel gekennzeichnet, wie sich aus dem Bild der Alveolen ersehen lässt. Setzt man die Länge der Zahnreihe hinter dem Caudalrand der Caninalveole = 100 und drückt man die Länge des Reisszahns in Prozenten der ersteren aus, so ergeben sich für den von *Filhol* auf Palaeogale bezogenen Gesichtschädel genau dieselben Werte, wie für den P_1 sup. von S. G. 617, der übrigens nach *Filhols* Urteil „absolument semblable à une dent de chat." In gleicher Übereinstimmung finden wir das Längenverhältnis der vor dem Reisszahn stehenden Pr-Reihe zur Länge der Zahnreihe hinter dem C.

	Filhol Pl. 25 Fig. 1.	S. G. 617
Länge der Zahnreihe hinter der Caninalveole	0,012	$0{,}019_2$
Länge des P_1 sup.	$0{,}004_5$	$0{,}007_6$
Länge der Pr-Reihe vor dem P_1 sup. . . .	0,007	0,011

Die grossen und normalen Alveolen der oberen beiden vordersten Praemolaren sind keine Belege für entsprechend robuste Zahnformen der betreffenden Partien des Vordergebisses. Der P_3 sup. von Stenogale Julieni im oberen Aquitan von St. Gérand besass z. B. eine sehr gedehnte Kronenbasis, während der Zahn selbst nach *Filhol* kaum zwei Millimeter Höhe erreichte. Trotzdem besteht zwischen dem P_3 und seinem Nachfolger in der Reihe, dem P_2, eine den Antagonisten des Unterkiefers korrelative Disproportion. Der obere Reisszahn des Gesichtschädels S. G. 617 ist in beiden Kieferhälften erhalten, doch sind vom Haupthügel beiderseits nur die basalen Abschnitte stehen geblieben. Die allgemein feliden Züge des Zahnes treten am meisten im Übergang der Schneide zum Haupthügel hervor. Der klingenförmig entwickelte Kronenabschnitt setzt sich mittelst eines tiefen Spaltes vom Haupthügel ab, am freien Ende des Spaltes divergieren die Linien genau wie am Reisszahn einer Katze. Der Innenhügel ist weniger voluminös als die craniale Haupthügelbasis, wo es zur Entwicklung eines kräftigen Sekundärhügels kommt, dessen Schmelzoberfläche an unseren Exemplaren sehr stark von Korrosionen mitgenommen ist. Beim P_1 der Katze ist das Verhältnis oft gerade umgekehrt, der Innenhügel erscheint gedehnter als der anstossende Abschnitt der Aussenwand. Das Merkmal ist indessen nicht konstant. Durch die auffallende Ähnlichkeit des oberen P_1 mit demjenigen der Katze gewinnt aber unsere Annahme an Wahrscheinlichkeit, dass

der in Frage kommende Gesichtschädel tatsächlich auf Stenogale bezogen werden darf. Noch in höherem Masse scheint der eigenartige und bisher wohl nicht bekannte Bau des oberen M_1 dafür zu sprechen.

Beide M_1 des Schädels S. G. 617 sind erhalten geblieben, der rechtsseitige ohne Spur von Korrosion des Schmelzes. Der trianguläre Kronenumriss wird durch tiefe Ausbuchtungen der Aussen- und Hinterkante etwas entstellt. Die cranial gerichtete Langseite des Dreiecks erscheint eigentümlich unduliert und die beidseitige Konkavität auf Vorder- und Hinterkante führt zur Entwicklung einer schmalen Brücke, die den gedehnten lateralen Kronenabschnitt mit dem Innenhügel verbindet. Die freien Ränder der Brücke setzen sich lingual etwas abrupt in zwei scharfe Kanten fort, die in dem Gipfel des Innenhügels zusammentreffen. Der innere Abschnitt der Krone scheint im Vergleich zum äusseren auf ein Minimum reduziert zu sein. Eine sehr kleine, kreisförmig contourierte Usur, nicht über die mittlere



Figur 10.

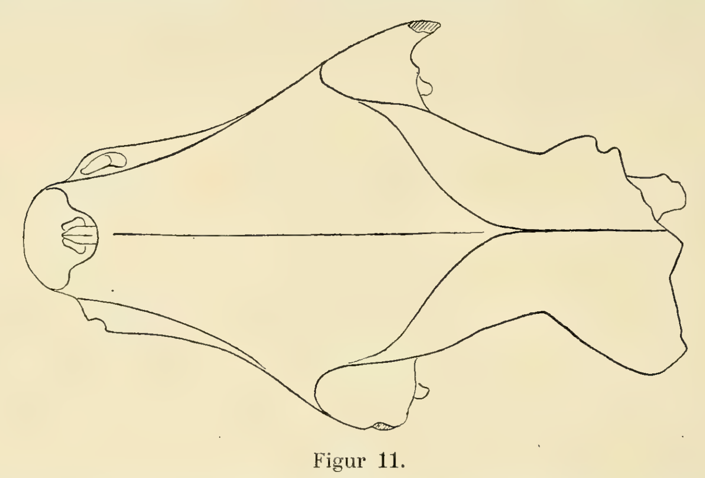
Figur 10. *Stenogale brevidens* H. v. Meyer. M_1 sup. dext. S. G. 617. 5/1.

Transversale der Krone hinausreichend, berührt den caudalen Brückenrand. Die Usur spricht wohl für die Existenz eines knopfförmigen minimen M_2 des Unterkiefers. Die transversale Linie, welche dem Caudalrand des Innenhügels und demjenigen der Brücke folgend gedacht wird, trifft die Stelle, wo beide Aussenhügel sich berühren. Ihre Kammlinie verläuft in medial gerichtetem Bogen, dessen Scheitel der Gipfel des Vorderhügels ist, sie nimmt ihren Anfang in der parastylartigen Bildung der vorderen Aussenecke und läuft in das Labialende der Hinterkante aus. Die Grenze beider Aussenhügel wird durch eine kleine grubige Vertiefung bezeichnet, in die sich ein schmaler Spalt hinabsenkt. Der hintere Aussenhügel erscheint neben dem kräftigen Nachbar schon bedeutend reduziert.

Der Vergleich dieses M_1 sup. mit demjenigen der Stenogale Julieni lässt gewisse Analogien zwischen beiden Gebilden nicht verkennen. Vor allem sei auf die schmale Lingualpartie der Krone hingewiesen und auf ihre relativ grosse Aussenwand mit dem kräftigen vorderen Ausseneck, das *Filhol* allerdings nur für den linksseitigen

oberen M_1 eingezeichnet hat, während er andererseits im Text eine sehr geringe Entwicklung des labialen Kronenrandes betont. Bei der Anwesenheit eines Talonides des unteren M_1 und eines knopfförmig entwickelten M_2 inf., ist natürlich nicht ohne weiteres einzusehen, warum auch die Aussenwand des oberen Molars denselben Reduktionsgrad aufweisen soll, der dem M_1 sup. der Feliden eigen ist, die den unteren M_2 bereits vollständig verloren haben. Ich zweifle aber nicht daran, dass bei grösseren Formen, wie Stenogale Julieni, die Reduktion des letzten Elementes in der maxillaren Zahnreihe weiter fortgeschritten sein kann, als bei kleinen, weniger evoluierten Formen.

Am allerwenigsten stimmt das verkürzte, felid entwickelte Palatinum zu Palaeogale, von dem *Filhol* sagt: ,,l'orifice postérieur



Figur 11.

Figur 11. *Stenogale brevidens* H. v. Meyer. Gesichtsschädel von oben. S. G. 617. 2/1.

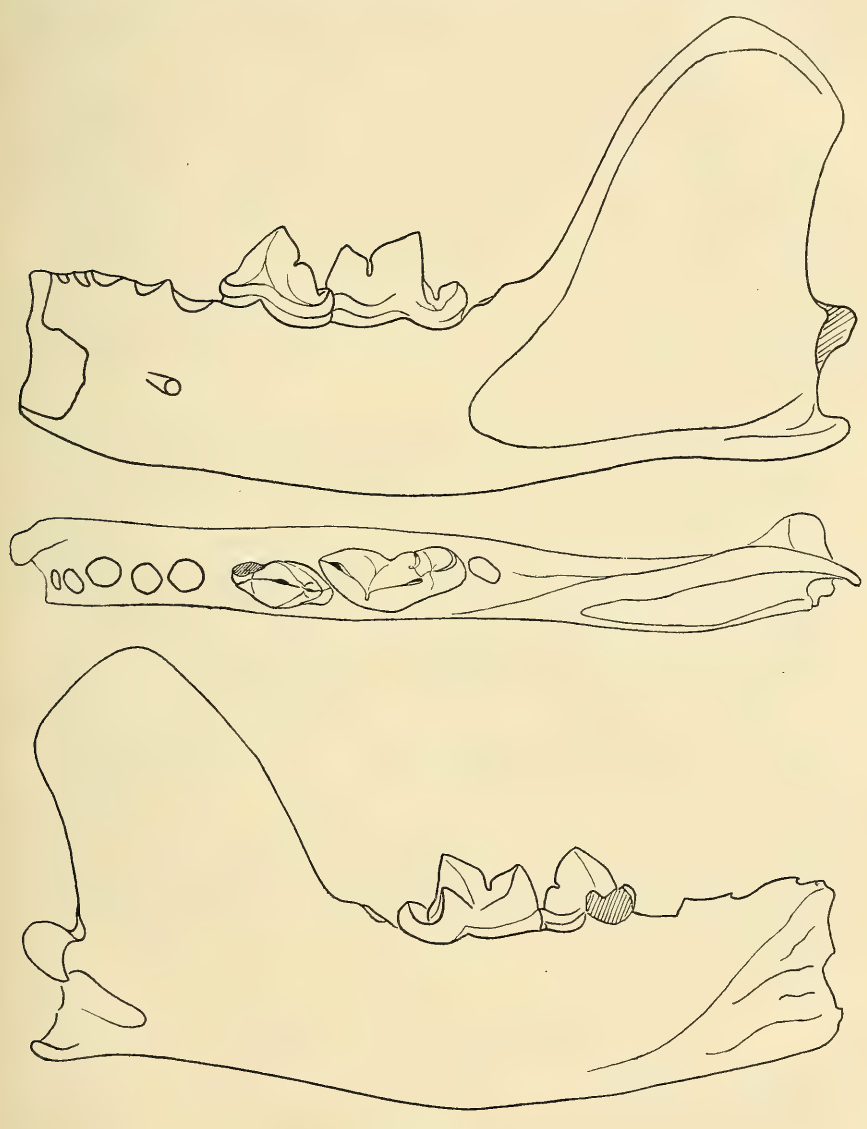
des fosses nasales correspondait comme chez les chats à l'extrémité interne de la tuberculeuse.“ Ein Blick auf die Textfig. 3, welche die Gaumenansicht des Schädels von Palaeogale angustifrons zur Darstellung bringt, genügt, um darzutun, dass auch in dieser Hinsicht der Anschluss an Stenogale viel näher liegt. In der Obenansicht erinnert der von *Filhol* Pl. 25, Fig. 4 abgebildete Gesichtschädel im Contour und namentlich in der speziellen Beschaffenheit des Nasendaches, das an seinem freien Ende in besonders charakteristischer Weise ausgebuchtet ist, an den Schädel S. G. 617, den wir in Textfig. 11 zum Vergleich in der Frontalansicht wiedergeben.

Stenogale brevidens wäre demnach gegenüber der grösseren Stenogale Julieni Filhol durch einen oberen M_1 charakterisiert, dessen hinterer Aussenhügel reduziert, aber noch nicht hinfällig geworden ist.

III. Genus Plesictis.

Plesictis stenoplesictoides n. sp.

Teilhard-de-Chardin zeigt in seiner schon mehrfach zitierten Arbeit über die Carnivoren des Quercy, dass sich der Prozess fortschreitender Stenoplesiktisation an verschiedenen Stellen des Carni-



Figur 12.

Figur 12. *Plesictis stenoplesictoides* n. sp. Mand. sin. mit M_1—P_1 von aussen, oben und innen. S. G. 2098. 2/1.

vorenstammbaumes verfolgen lässt, und dass vermutlich dieselbe morphologische Erscheinung auch unter den mustelinen Plesicten des ausgehenden Oligocäns Formen hervorgebracht habe, die schon sehr lebhaft an den Typus der Palaeogale erinnern. Eine Plesictismandibel *S. G. 2098 Mandib. sin.* M_1—P_1 *von Chavroche,* die eine in diesem Sinne fortschreitende Mutation repräsentiert, führe ich unter der Speziesbezeichnung: *Plesictis stenoplesictoides* ein. Die Mandibel besitzt musteloiden Schnitt, ihr vorderster Teil ist mit der Caninalveole weggebrochen. Der M_1 blieb allein vollständig intakt, der P_1 wenigstens zum grössten Teil. Dem Condylus fehlt das laterale Ende. Die Anordnung der Alveolen im Unterkiefer erinnert wie die Gestalt des M_1 inf. an die Bezahnung der rezenten Mustela foina, mit dem Unterschied allerdings, dass der Habitus der ganzen Mandibel bedeutend kräftiger erscheint. Der Coronoidfortsatz sitzt einer breiten Basis auf, die Umgrenzung der Massetergrube hebt sich allseitig schärfer ab, die Kieferhöhe ist beträchtlicher. Der Haupthügel des M_1 ragt im Verhältnis zur Länge des Zahnes deutlich höher empor, als derjenige des M_1 rezenter Musteliden.

Die Bezahnung weicht dadurch vom allgemein plesictoiden Typus ab, dass sie sich in der oben angedeuteten Richtung spezialisiert. Die Zähne rücken sehr nahe zusammen. Der P_4 wird, der winzigen Alveole nach zu beurteilen, auf ein Minimum reduziert. Der ursprünglich kräftige Innenhügel des M_1 ist sehr klein geworden und weit nach hinten gerückt. Das Talonid stellt eine kurze Schneide dar, die wahrscheinlich dadurch zustande kam, dass der gehobene Lingualrand der einstigen Talonidgrube im Zusammenhang mit fortschreitender Ausebnung des medialen Talonidabhangs verschwunden ist. So entsteht ein Gebilde, das an die entsprechende Partie des unteren M_1 von Potamotherium Valetoni erinnert, nur dass sich der Übergang des taloniden Lingualrandes zum Innenhügel am M_1 der Mandibel von Chavroche nicht so abrupt vollzieht wie dort, und dass vom ursprünglichen „hypoconide bifide“ nicht mehr so viel zu sehen ist wie am M_1 der aquatilen Form. Der Reisszahn der letzteren kann schon wegen seines massiveren Habitus und der meist kräftiger entwickelten Cingula nicht wohl mit dem M_1 von Plesictis stenoplesictoides verwechselt werden.

Plesictis stenoplesictoides n. sp.

Länge der Zahnreihe M_2—P_4	$0{,}029_8$
Länge des M_1	$0{,}009_5$
Höhe des M_1-(Haupthügel) über dem Alveolenrand	$0{,}005_6$
Länge des M_1-Talonides	0,002

Schlussbetrachtungen.

Das Genus Palaeogale ist erst vor kurzer Zeit von *Schlosser* auf Grund neuer Funde in der Eichstätter Gegend umschrieben worden. Da sich die Diagnose des Gebisses ausschliesslich auf Mandibeln gründet, bedarf sie in einer Hinsicht der Berichtigung. Der kleine P_4 kann, wie das Maxillargebiss von Palaeogale minuta zeigt, zweiwurzlig sein. Der obere P_1 ist innerhalb des Genus ebensowenig wie die Zahnzahl selbst von konstantem gleichmässigem Gepräge. Der obere Reisszahn der Palaeogale minuta stellt mit seiner scharfen Trennung von Haupthügel und Schneide einen wesentlich anderen Typus dar, als der im Sinne rezenter Musteliden modernisierte obere P_1 von Palaeogale angustifrons. Ich komme im folgenden auf diesen Unterschied zurück.

Unter den aquitanen Formen klingt P. minuta am allermeisten an die ältere P. felina aus den Phosphoriten an. Ob jene aber, wie *Schlosser* annimmt, phylogenetisch auf diese letztere zurückzuführen ist, kann vorderhand noch nicht entschieden werden. *Teilhard-de-Chardin* hält die Quercyform mit Rücksicht auf die Spezialisierung des Mandibulargebisses, die sich morphologisch wenigstens verfolgen lässt, für eine relativ sehr junge Form. Die Palaeogale robusta im Aquitan von St. Gérand-le-Puy, die wir als Varietas major der Species angustifrons glauben auffassen zu dürfen, betrachtet er als Abkömmlinge gewisser Plesictis, da unter diesen mustelinen Carnivoren Mutationen in dieser Richtung tatsächlich zu beobachten sind. Jedenfalls geht aus dieser Auffassung hervor, dass auch die Palaeogalearten des Aquitans zum jüngsten Bestand des hier verbreiteten Fleischfresserkomplexes gerechnet werden. Damit ist aber auch der Möglichkeit Raum gegeben, dass das Genus Palaeogale polyphyletischen Ursprungs sein könnte und dass dessen Arten Terminalformen repräsentieren, die an mehr als bloss einer Stelle des Carnivorenstammes entstehen. Das ist auch ein Grund mehr dafür, warum wir die Palaeogale ultenia aus dem Obermiocän von Attenfeld nicht ohne weiteres als Nachkomme der aquitanen P. minuta oder fecunda gelten lassen dürfen, wie dies *Schlosser* anzunehmen scheint. Für die polyphyletische Herkunft mancher Palaeogalearten spricht ausser der verschiedenen Gestalt des oberen Reisszahns auch die Inkonstanz der Zahnzahl im Vordergebiss.

Die von *Filhol* aufgestellte und später von *Schlosser* für unsicher gehaltene Species der P. lemanensis aus dem Phryganidenkalk von St. Gérand-le-Puy fällt dahin. Die beiden Mandibeln, auf die sie gegründet war, gehören, wie schon *Filhol* vermutungsweise andeutete,

zum Variationskreis der Palaeogale angustifrons. *Filhol* schreibt dem oberen M_1 der letzteren wiederholt felide Eigenschaften zu, was mit unseren Ergebnissen keineswegs im Einklang steht. Natürlich hat auch der obere P_1 ebensowenig etwas mit Lutra zu tun, wie *Schlosser* aus *Filhols* Abbildungen glaubte entnehmen zu müssen.

Das Genus Stenogale ist bisher nur auf Grund der mandibularen Bezahnung charakterisiert worden; was *Schlosser* an Maxillen auf die Stenogale der Phosphoritfauna glaubte beziehen zu dürfen, kam nicht zur bildlichen Darstellung. Ein wichtiger Schritt zur erweiterten Kenntnis der aquitanen Vertreter des Genus war damit getan, dass *Teilhard-de-Chardin* die Stenogalenatur der Form Proailurus Julieni von St. Gérand erkannte. Die Möglichkeit, dass *Filhol* mit den Mandibeln von Palaeogale minuta Gervais (Mustela mustelina Filhol) den Schädel einer kleinen Stenogale aus dem Aquitan abgebildet hätte, kann nach den Erfahrungen, die wir an den Materialien von P. angustifrons gemacht haben, durchaus nicht befremden. Die Stenogale von St. Gérand-le-Puy nehmen gegenüber den im Quercy als solche bestimmten Carnivorenmandibeln eine Mittelstellung ein. Die Species intermedia der Phosphorite scheint dem feliden Typus näher zu stehen, als eine der beiden Arten des Aquitans, während andererseits die kleinere Species gracilis des Quercy bedeutend weniger reduzierte vordere Praemolaren trägt. In der Phosphoritfauna sind von *Teilhard-de-Chardin* drei verschiedene Quellen namhaft gemacht worden, die Stenogale geliefert hätten. Ob nun eine von diesen auch für die aquitane Linie in Betracht kommt, kann hier nicht entschieden werden. Wir verzichten darauf, über die Wurzelformen der oberoligocänen Stenogale irgendwelche Vermutungen auszusprechen. Die Kenntnis von Obergebiss und Schädel wird indessen die erste Voraussetzung dafür sein, um einige Sicherheit über die Stellung des Genus zu gewinnen. Die Beschreibung des Schädelfragmentes der Stenogale brevidens von St. Gérand-le-Puy gibt uns einstweilen folgende Anhaltspunkte: Der P_2 sup. neigt zur Entwicklung einer Innenwurzel, der obere Reisszahn ist von felidem Schnitt, doch liegt der Innenhügel eine Spur weiter zurück.

Der nachfolgende M_1 mit seiner schmalen Lingualpartie stellt ein Gebilde dar, das mit dem Reduktionsmodus der mandibularen Bezahnung im Einklang steht. Ferner lässt auch der schon kleine hintere Aussenhügel auf einen M_1 schliessen, der demjenigen der Stenogale Julieni von St. Gérand nicht mehr ferne steht. Das Palatinum reicht nur bis auf die Höhe der beidseitigen M_1-Innenhügel.

Die oben beschriebene Mandibel von *Plesictis stenoplesictoides* n. sp. spricht für die Möglichkeit einer noch weiter fortschreitenden

Mutation von Plesicten zu Formen, die den Palaeogale sehr ähnlich sehen. Der P_4 ist schon ausserordentlich klein geworden, der Innenhügel des M_1 hat kaum mehr etwas mit demjenigen echter Plesicten zu tun, ebenso geht das sich verkürzende Talonid in eine Schneide über. Wird der Coronoidfortsatz noch etwas breiter und niedriger, und biegt sich der Gipfel des Haupthügels am M_1 etwas zurück, so wird der Typus einer Palaeogale entstanden sein. Mit Rücksicht auf den hohen Grad der Entfernung dieser Mandibel vom ursprünglichen Bauplan der Plesictis, wäre die Errichtung eines besonderen Genus durchaus gerechtfertigt gewesen, doch würden dadurch die klaren genetischen Beziehungen dieser peripheren Form zum zentralen Genus nur verwischt.

Literatur.

H. Filhol. Mammifères fossiles de l'Allier. Annales des sciences géologiques. T. X. 1879.

P. Gervais. Zoologie et Paléontologie franç. II.

R. Hensel. Craniologische Studien. Nova Acta 1881, Bd. 42.

W. D. Matthew. On the Skull of Bunaelurus, a Musteline from the White River Oligocene. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. XVI, 1902.

H. von Meyer. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, 1846.

G. S. Miller. Catalogue of the Mammals of Western Europe in the Collection of the British Museum. London 1912.

A. Pomel. Note sur des animaux fossiles découverts dans le département de l'Allier. Bulletin de la Société geol. de France 1846.

A. Pomel. Catalogue méthodique. 1853.

M. Schlosser. Die Affen, Lemuren, Chiropteren etc. des europ. Tertiärs. Beiträge zur Palaeontologie Oest.-Ungarns. Bd. VII u. VIII, 1888—1890.

M. Schlosser. Neue Funde fossiler Säugetiere in der Eichstätter Gegend. Abhandlungen der Königl. Bayr. Akad. d. Wissenschaften. 1916, Bd. 28.

P. Teilhard-de-Chardin. Les Carnassiers des Phosphorites du Quercy. Annales de Paléontologie, T. IX, 1914—15.

Naturhistorisches Museum in Basel, 22. März 1917.

Über die unipolare, eindimensionale elektrische Strömung in dichten Gasen.

Mit 4 Figuren.

Von

W. Matthies.

Einleitung.

Die Stromleitung in einem dichten, homogen ionisierten Gase zwischen ebenen, zylindrischen oder kugelschalenartigen Flächen ist mehrfach der Gegenstand theoretischer und praktischer Untersuchungen gewesen.[1]) Allen theoretischen Ausgangsgleichungen ist die Vernachlässigung des Einflusses der Beschleunigung der Ionen auf das elektrische Feld gemeinsam. Bei den meisten Autoren, wie bei *J. J. Thomson, Mie, Seeliger,* wird auch der Einfluss der Diffusion der Ionen vernachlässigt. Der Rekombinationsvorgang wird nach Analogie einer bimolekularen chemischen Reaktion angesetzt. *H. Seemann*[2]) hat in einer sehr sorgfältigen Arbeit die Mie-Seeliger'schen Formeln durch Messungen am ebenen Schutzring-Kondensator für den Fall der Ionisierung durch Röntgenstrahlen geprüft und festgestellt, dass bis zu einem Sättigungsgrade von ca. 70 $^0/_0$ die Beziehung zwischen Stromdichte und Elektrodenspannung praktisch mit der theoretisch geforderten übereinstimmt, dass dagegen oberhalb dieser Werte systematische Abweichungen von den exakten Formeln Seeligers vorliegen. Zur Erklärung dieser Diskrepanz können verschiedene Gründe angenommen werden. Erstens wäre denkbar, dass die Diffusion eben nicht zu vernachlässigen ist (in diesem Falle sollten aber gerade bei kleinen Sättigungsgraden merkliche Abweichungen auftreten!), zweitens, dass der Rekombinationsvorgang nicht so einfach verläuft, wie im Ansatz vorausgesetzt wurde. Neuerdings hat in

---

[1]) *J. J. Thomson,* Phil. Mag. 42, p. 392, 1896, (Conduction of Electricity through Gases, Cambridge 1906). — *E. Riecke,* Göttinger Nachrichten 1901, p. 11, Ann. d. Phys. 12, p. 52, 1903. — *G. Mie,* Ann. d. Phys. 13, p. 857, 1904. — *R. Seeliger,* Diss. München 1910, Ann. d. Phys. (4) 33, p. 319, 1910.

[2]) *H. Seemann,* Diss. Königsberg 1912, Ann. d. Phys. 38, p. 781, 1912.

der Tat *Sutherland*[3]) gezeigt, dass die vorliegenden Beobachtungen über Rekombination mindestens ebenso exakt aus der Annahme erklärt werden können, dass die Änderungsgeschwindigkeit der Ionen-Dichte auf Grund von Rekombination proportional der $^5/_3$ Potenz der Ionen-Dichte verläuft, und zwar versucht er dieses Gesetz in zweiter Annäherung gastheoretisch zu begründen. Ausserdem ist zu beachten, dass aus der wenigstens teilweisen Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Stromcharakteristik noch nicht gefolgert werden darf, dass das tatsächliche Feld mit dem berechneten annähernd übereinstimmt. Vielmehr könnte die angenäherte Übereinstimmung zwischen gemessenem und berechnetem Feldintegral auch dadurch erklärt werden, dass gewisse, bei der Aufstellung der Ausgangsgleichungen nicht berücksichtigte Einflüsse im Bereiche kleiner Sättigungsgrade sich zufällig so weit kompensieren, dass sie sich der praktischen Beobachtung entziehen.

Neuerdings hat *P. Langevin*[4]) das Problem wieder aufgenommen und zwar unter Berücksichtigung von Diffusion. Für sehr kleine Plattenabstände werden praktisch brauchbare, sehr einfache Formeln gefunden. Doch muss hierzu allgemein bemerkt werden, dass in diesem Falle die Einflüsse der zur Zeit noch so gut wie unbekannten Grenzbedingungen aller Wahrscheinlichkeit nach sehr beträchtlich sein werden. Eine näherungsweise Lösung des Problems für endliche Plattenabstände ist im Anschluss an Langevin von *J. Jaffé*[5]) gegeben.

Aus dem angeführten ist zu entnehmen, dass es einstweilen wohl zweckmässig ist, die Ansätze der Gasionentheorie systematisch an dem theoretisch einfachen Fall der unipolaren elektrischen Strömung, d. h. derjenigen bei Vorhandensein von Ionen nur einerlei Vorzeichens, zu untersuchen. Denn bei dieser fallen eine Reihe von Komplikationen fort. Erstens braucht der Vorgang der Volumenionisation nicht berücksichtigt zu werden, zweitens findet keine Rekombination statt. Ausserdem gewährt das Strömungsfeld den Vorteil, dass der Einfluss der Diffusion ausgeprägter und mithin der Beobachtung exakter zugänglich wird. Diese Erwägungen waren in erster Linie für die im nachfolgenden mitgeteilten Berechnungen bestimmend.

Die Differentialgleichungen der unipolaren Strömung.

§ 1.

Ein dichtes, aus lauter gleich beschaffenen Molekülen von der Masse m_1 bestehendes Gas enthalte normale ν-wertige Gasionen

3) *W. Sutherland,* Phil. Mag. 6. Jan. 18, p. 341, 1909.
4) *P. Langevin,* Le Radium, 10. p. 113, 1913.
5) *J. Jaffé,* Ann. d. Phys. (4) 43, p. 249, 1914.

einerlei Vorzeichens, d. h. solche Moleküle von der trägen Masse m_2, die entweder ν-positive oder negative Elektronenladungen e besitzen. Es soll ν als für alle Ionen wirklich konstant zu betrachten und insbesondere bei negativen Ionen der Fall ausgeschlossen sein, dass die ν-Elektronenladungen zeitweilig frei, also von der Masse m_2 getrennt existenzfähig sind. Bei den positiven Ionen ist erfahrungsgemäss eine derartige Einschränkung überflüssig, da bisher keinerlei Anhaltspunkte für die Isolierbarkeit sogenannter positiver Elektrizität von träger Materie möglich gewesen ist.

Unter Zugrundelegung eines rechtwinkligen Bezugssystems sollen bedeuten:

$\varrho_{1,2}$ die räumliche Massendichte, $u_{1,2}\ v_{1,2}\ w_{1,2}$ die Komponenten des Geschwindigkeitsvektors $\overline{V}_{1,2}$ der geordneten Gesamtbewegung, $\xi_{1,2}\ \eta_{1,2}\ \zeta_{1,3}$ die Geschwindigkeitskomponenten der Wärmebewegung, $p^{xx}{}_{1,2}\ p^{yy}{}_{1,2}\ p^{zz}{}_{1,2},\quad p^{zy}{}_{1,2} = p^{yz}{}_{1,2}\ p^{xz}{}_{1,2} = p^{zx}{}_{1,2}\ p^{yx}{}_{1,2} = p^{xy}{}_{1,2}$ die Komponenten des Partialdruck-Tensors,
$f_{1,2} \cdot d\xi_{1,2} \cdot d\eta_{1,2} \cdot d\zeta_{1,2}$ die Anzahl der dem Geschwindigkeitselement $d\xi_{1,2} \cdot d\eta_{1,2} \cdot d\zeta_{1,2}$ angehörenden Geschwindigkeitspunkte in der Volumeneinheit.

Die Indices 1 und 2 sollen sich beziehungsweise auf die neutralen oder geladenen Moleküle beziehen.[6])

Zunächst gilt allgemein die Kontinuitätsbedingung:

$$\frac{d\varrho_{1,2}}{dt} + div\,(\varrho_{1,2} \cdot \overline{V}_{1,2}) = 0 \tag{1}$$

Die x-Komponente des in der Volumeneinheit enthaltenen Gesamtimpulses ist definiert durch:

$$m_{1,2} \int_{-\infty}^{+\infty} f_{1,2}\, d\eta_{1,2}\, d\zeta_{1,2}\, \xi_{1,2}\, d\xi_{1,2} = \varrho_{1,2}\, u_{1,2} \qquad (2$$

Wenn die mittlere, auf die Volumeneinheit wirkende äussere Kraft durch $\overline{K}_{1,2}$ bezeichnet wird, so ist in bekannter Weise die zeitliche Änderung der nach (2) gegebenen Impulskomponente:[7])

$$\frac{d\,(\varrho_{1,2}\, u_{1,2})}{d\,t} = - \left[\frac{dp^{xx}{}_{1,2}}{dx} + \frac{dp^{xy}{}_{1,2}}{dy} + \frac{dp^{xz}{}_{1,2}}{dz} + \frac{d(\varrho_{1,2}\, u^2{}_{1,2})}{dx} + \frac{d(\varrho_{1,2}\, u_{1,2}\, v_{1,2})}{dy} + \frac{d(\varrho_{1,2}\, u_{1,2}\, w_{1,2})}{dz}\right] + \overline{K}x_{1,2} + B_4(\xi m)_{1,2} \tag{3}$$

---

[6]) Vergl. *L. Boltzmann,* Vorlesungen über Gastheorie, I. Teil. Leipzig 1910. pag. 117, 143 u. s. w.

[7]) Ich benütze in nachfolgendem die Heunsche Bezeichnungsweise vektorieller Grössen (vergl. z. B. *J. Hamel,* Elementare Mechanik, Lpzg. u. Berlin 1912).

wo $B_4(\xi_1 m)_1 = - B_4(\xi_1 m)_2$ den durch die Wechselwirkung zwischen den Molekülen erster und zweiter Art herbeigeführten Anteil der Änderungsgeschwindigkeit der Impulskomponente in der Maxwell-Boltzmann'schen Bezeichnungsweise bedeutet.

Als äussere Kraftfelder kommen in Betracht:

1. Das Gravitations-Feld.
2. Das elektro-magnetische Kraftfeld.

Wenn $\overline{g}$, $\overline{E}$ und $\overline{H}$ die Vektoren der Erdbeschleunigung, des elektrostatischen Feldes, beziehungsweise des magnetischen Feldes sind, so ist mithin:

$$\left.\begin{aligned} \overline{K}_1 &= \varrho_1 \overline{g} \\ \overline{K}_2 &= \pm \frac{e v \varrho_2}{m_2}\left[\overline{E} + \frac{1}{c}\,\overline{v_2 H} \pm \frac{m_2}{ev}\overline{g}\right] \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

Die Gültigkeit der Gleichungen (3) und (4) soll durch die folgenden *Voraussetzungen* beschränkt sein:

1. Es bleibt die Massendichte der Ionen gegenüber derjenigen des neutralen Gases unter allen Umständen verschwindend klein:

$$\varrho_1 \gg \varrho_2$$

2. Die Massendichte ϱ_1 des ungeladenen Gases bleibt stets oberhalb von Werten, die bei normalen Temperaturverhältnissen ($T \backsim 273^0$) einen mittleren Druck von

$$p > \cdots \text{ ca. } 20 mmHg$$

entsprechen, was in der Sprache der kinetischen Gastheorie der Forderung einer oberen Schranke der mittleren freien Weglänge gleichkommt.

3. Die durch die äusseren Kräfte oder inneren Druckgefälle bewirkte geordnete Bewegung der Moleküle und Ionen $(\overline{V})_{1,2}$ bleibe stets klein gegenüber der mittleren Geschwindigkeit der Wärmebewegung cet. par., d. h. also auch:

$$\overline{\xi^2_{1,2} + \eta^2_{1,2} + \zeta^2_{1,2}} \gg \overline{u^2_{1,2} + v^2_{1,2} + w^2_{1,2}}$$

4. a) Die Wirkung des Gravitations- und magnetischen Feldes bleibe stets verschwindend klein gegenüber derjenigen des elektrischen Feldes:

$$|\overline{E}| \gg \frac{1}{c}\,|\overline{V_2 H}|$$

$$|\overline{E}| \gg \frac{m_2}{ev}\,|\overline{g}|$$

(wenn künstliche Magnetfelder ausgeschlossen werden, also nur das magnetische Erdfeld in Frage kommt, wird beiden Forderungen

wegen (3) bei normalen Gasionen, deren träge Masse von der Grössenordnung der neutralen Molekülmasse ist, genügt, wenn

$$|\overline{E}| \gg 10^{-10}\ el \cdot st.\ E.$$

bleibt.)

b) Andererseits ist die Intensität von E nach oben durch (3) begrenzt und zwar muss erfahrungsgemäss bei normalen Gasionen

$$\frac{\varrho^*_1}{\varrho_1} |\overline{E}| < 10^2\ el \cdot st.\ E$$

bleiben, wenn ϱ^*_1 die Gasdichte des Gases beim Normaldruck von 760 mm kg bedeutet. Durch (4b) ist dann zusammen mit (6) die Möglichkeit des Eintrittes von Stossionisation ausgeschlossen.[8])

5. Alle variablen und messbaren Grössen, die den ionisierten Gaszustand charakterisieren, sollen wesentlich als nur von einer Raumkoordinate (x) abhängig angesehen werden dürfen (Beschränkung auf das eindimensionale Problem).

6. Der Betrag der Dichte des elektrischen Konvektionsstromes soll in allen Fällen unterhalb solchen Grenzen bleiben, dass der unter Beachtung der für $|\overline{E}|$ durch (4) festgelegten Schranke zur Aufrechterhaltung eines stationären elektrischen Feldes erforderliche Joule'sche Wärmeeffekt das Temperaturgleichgewicht im Strömungsgebiet nicht merklich beeinflusst.

Auf Grund der Voraussetzung (3) darf in bekannter Weise angenommen werden, dass der Geschwindigkeitsverteilungszustand angenähert der dem Maxwell-Boltzmann'schen Zustande entsprechende ist und mithin in (3) die tangentiellen Druckkomponenten verschwinden und die Normaldrucke einander gleich werden.

$$\left.\begin{array}{l} p_{yz} = p_{zy} = p_{xz} = p_{zx} = p_{yx} = p_{xy} = 0 \\ p_{xx_{1,2}} = p_{yy_{1,2}} = p_{zz_{1,2}} = p_{1,2} \end{array}\right\} \quad (4)$$

Unabhängig von speziellen Hypothesen über die Kraftgesetze zwischen den Molekülen und Ionen erhält man in erster Annäherung für die Funktion $B_4(m\xi)$ einen Ausdruck von der Form:[9])

$$B_4(m\xi) = C\varrho_1\varrho_2\,|(u_1-u_2)| \quad (5)$$

[8]) Vergl. hierzu *J. S. Townsend,* The Theory of Jonisation of Gases by Collision. London, Constable & Co. 1910. — *J. Franck* u. *P. Hertz.* Verh. d. D. Phys. Ges. (16) 12, 1914. — *J. Franck* u. *E. v. Bahr,* Verh. d. D. Phys. Ges. (16) 57, 1914. Wir schliessen also den Fall negativer Jonen in Edelgasen aus, da in diesen ja erfahrungsgemäss keine eigentlichen negativen Gasionen vorhanden sind, insofern nach *Franck* u *Hertz* u. a. die Elektronen frei existenzfähig sind.

[9]) *L. Boltzmann,* l. c. p. 90, u. *P. Langevin,* l. c. (8) Bd. 5 p. 245. — *D. Enskog,* Phys. Z. S. 12, p. 56—60 u. 533. 1911.

wo C bei Erfüllung der Voraussetzungen (1) bis (4) lediglich eine Funktion der absoluten Temperatur und der die Gasmoleküle und Ionen bestimmenden Parameter ist. Die Form dieser Funktion ist natürlich durch die Natur des vorausgesetzten Kraftgesetzes bedingt. Nach Reinganum und Sutherland darf die Temperaturabhängigkeit in recht befriedigender Übereinstimmung mit der Erfahrung durch:

$$C = C_0\left(1 + \frac{C^1}{T}\right)T^{-1/2} \tag{6}$$

angesetzt werden, wo C^1 die bekannte Sutherland'sche Konstante der Temperaturabhängigkeit der innern Reibung des neutralen Gases ist.[10])

Unter Berücksichtigung der Voraussetzungen folgt aus (1), (3), (4), (5) für den stationären Zustand:

$$\left.\begin{aligned} \varrho_1 u_1 \frac{du_1}{dx} + \frac{dp_1}{dx} + C\varrho_1\varrho_2(u_1 - u_2) = 0 \\ \varrho_2 u_2 \frac{du_2}{dx} + \frac{dp_2}{dx} \mp \varrho_2 \frac{ev}{m_2} E + C\varrho_1\varrho_2(u_2 - u_1) = 0 \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

wo das Vorzeichen von E etwa dadurch festgelegt sei, dass die Richtung wachsenden elektrischen Potentials mit der positiven Axenrichtung x übereinstimmt.

Gemäss (4) und den allgemeinen Voraussetzungen dürfen die mittleren Partialdrucke durch:

$$p_{1,\,2} = \frac{\varrho_{1,\,2}}{Nm_{1,\,2}} RT \tag{8}$$

approximiert werden, wo R die absolute Gaskonstante, T die absolute Temperatur und N die auf das gr-Molekül bezogene Loschmidt'sche Konstante sind.

Bei Beachtung der Voraussetzung (1) folgt, dass die Dielektrizitätskonstante ε mit derjenigen des neutralen Gases identifiziert werden darf, so dass

$$div\left(\frac{\varepsilon \overline{E}}{4\pi}\right) = \frac{\varepsilon}{4\pi}\frac{dE}{dx} = \pm \varrho_2 \frac{ev}{m_2} \tag{9}$$

zu setzen ist, womit zum Ausdruck gebracht ist, dass die Divergenzstellen der dielektrischen Verschiebung mit der wahren von den Ionenladungen herrührenden Elektrizitätsdichte übereinstimmen.

Die Dichte des elektrischen Konvektionsstromes ist durch:

---

[10]) *M. Reinganum,* Phys. Z. S. 12. Jg. pg. 575 u. 666. 1911. — *W. Sutherland,* Phil. Mag. 6. Ser. 13, p. 344. 1909.

Vergl. hierzu auch: *D. Enskog,* Inaugural-Dissertation Upsala 1917.

$$j^1 = \pm \int_{-\infty}^{+\infty} f_2 d\eta_2 d\zeta_2 \xi_2 d\xi_2 = \pm \varrho_2 \frac{ve}{m_2} u_2 \tag{10}$$

definiert und für den stationären Zustand von x unabhängig.

Setzen wir in gebräuchlicher Weise zur Abkürzung:

$$k = \frac{v \cdot e}{Cm_2\varrho_1} \tag{11}$$

wo C sich auf die Wechselwirkung der positiven Ionen und Gasmoleküle beziehen möge und k die sogenannte Beweglichkeit dieser Ionen bezogen auf absolutes Mass ist, vernachlässigen wir wegen Voraussetzung (1) (es bleibt in physikalisch realisierbaren Fällen $\frac{\varrho_2}{\varrho_1}$ meist unterhalb der Grössenordnung 10^{-10} bei normalen Zustandsverhältnissen!) die geordnete Strömung des neutralen Gases gegenüber derjenigen der Ionen, so folgt aus $(7,_2)$ unter Berücksichtigung von (8–11) *die Differentialgleichung für das elektrische Feld:*

$$\frac{d}{dx}\left(\pm \frac{(4\pi j^1)^2 m_2}{\varepsilon \cdot ev} \frac{1}{dE/dx} \pm \frac{RT}{Nev} \varepsilon \frac{dE}{dx} - \frac{\varepsilon}{2} E^2\right) \pm \frac{4\pi j_1}{k} = 0 \tag{12$_a$}$$

bezw.

$$\frac{d}{dx}\left(\pm \frac{4\pi j^1 m_2}{ev} u_2 \pm \frac{RT}{Nev} \varepsilon \frac{dE}{dx} - \frac{\varepsilon}{2} E^2\right) \pm \frac{4\pi j^1}{h} = 0 \tag{12$_b$}$$

wo das obere Vorzeichen sich stets auf positive, das untere auf negative Ionen bezieht und wegen der Festlegung der Feldrichtung im ersteren Falle die Strömung j^1 negativ, im zweiten positiv zu nehmen ist.

Das elektrische Feld ist nach (12) demnach unter den vereinfachenden Annahmen, insbesondere unter Vernachlässigung von Wärmeleitung, durch eine Differentialgleichung zweiter Ordnung und zweiten Grades bestimmt.

§ 2.

Grenzbedingungen.

Das die Ionen enthaltende Gas werde durch die beiden ebenen, unendlich ausgedehnten Metallplatten $x = 0$ und $x = L$ (Schutzring-Kondensator) begrenzt. Die Oberfläche von $x = L$ sei der Sitz flächenhaft verteilter Quellen z. B. positiver Gasionen von zeitlich und räumlich konstanter Ergiebigkeit

$$j^1 = -j \tag{13}$$

Unter Annahme einer unipolaren negativen Ionisation werde $x = 0$ als Quellgebiet aufgefasst, sodass cet. par. in diesem Falle:

$$j^1 = j$$

zu nehmen ist. Über die Natur des Bildungsprozesses der Ionen sollen zunächst keine Annahmen gemacht werden. Wir stellen nur die Forderung, dass in physikalisch messbarer unmittelbarer Nähe vor $x = L$ ein Zustand herrsche, der im wesentlichen den Voraussetzungen 1–6 genügt, sodass auch hier noch (12) gelten.

Ganz allgemein ist bisher bei allen die Vorgänge in ionisierten Gasen behandelnden Untersuchungen als Grenzbedingung an der Oberfläche von Metallen, unter Voraussetzung der Abwesenheit von flächenhaft verteilter Ionisation an dieser Grenze, das Verschwinden der Dichte der Ionen

$$\varrho_2 = 0$$

und mithin auch der Divergenz von $\overline{E}$

$$div\ \overline{E} = 0$$

angenommen worden.[11])

Dieser Voraussetzung liegt die Vorstellung zugrunde, dass die Ionen selbst bei Abwesenheit äusserer Feldkräfte in unmittelbarer Nähe der metallischen Grenzen unter dem Einfluss ihrer eigenen Influenzfelder mit praktisch unendlich grosser Geschwindigkeit in Richtung der Flächennormale auf die Metallflächen getrieben werden, sodass an diesen selbst die mittlere Ionendichte wegen der Endlichkeit der Quellen als verschwindend klein anzusehen sei.

Mit Rücksicht auf die den Gleichungen (12) zugrunde liegenden Voraussetzungen muss kurz auf die Frage der Begründung des Ansatzes dieser allgemeinen Grenzbedingung eingegangen werden. Denn, wenn an der Grenze $x = 0$ u_2 wirklich über alle Grenzen wächst, so verliert die Differentialgleichung (12) an der Grenze ihre Bedeutung. Es bleibt dann nur übrig, die Grenze selbst und dasjenige Gebiet vor ihr auszuschliessen, in welchem die Geschwindigkeit der geordneten Ionenbewegung grösser oder gleich der mittleren Geschwindigkeit der Wärmebewegung ist. Zur Entscheidung der prinzipiell wichtigen Frage muss aber der Vorgang der Ionenbewegung im eigenen Influenzfelde untersucht werden, was natürlich ohne stark idealisierende Annahmen über die Beschaffenheit der Grenzzone und ohne Voraussetzung eines Gesetzes für die „Influenzwirkung" zwischen Ladung und ungeladenem Metall nicht möglich ist. Aus den verschiedenartigsten optischen, elektrischen und allgemeinen molekularphysikalischen Beobachtungen an makroskopisch ebenen Metallflächen

---

11) Vergl. hierzu: *J. J. Thomson,* Phil. Mag. 47, pag. 257, 1899 und Conduction of Eletricity through Gases, Cambridge 1906. — *E. Riecke,* Ann. d. Phys. (4) 12, 1903, Göttinger Nachrichten math. phys. Kl. 1903, 1. u. 33. — *G. Mie,* Ann. d. Phys. (4) 13, 857, 1904. — *R. Seeliger,* Diss. München 1910, Ann. d. Phys. (4) 33, 319, 1910. — *P. Langevin,* Le Radium. 10, p. 113. 1913.

darf mit einiger Sicherheit der Schluss gezogen werden, dass die Grenze nicht einen unstetigen Übergang zwischen der Massendichte des Metalles und der mittleren Gasdichte darstellt, sondern dass an der Grenze eine Schicht von Gasmolekülen vorhanden ist, deren mittlere Dichte wesentlich grösser als der durchschnittliche Wert im Gasinnern ist. (Vergl. hiermit auch die gastheoretischen Ansätze Boltzmanns, wonach die Gasdichte mit Annäherung an einen schweren Körper exponentiell wachsen muss, falls dessen Gravitationsfeld berücksichtigt wird.) Von dieser „Gashaut" ist zu erwarten, dass sie den eindringenden geladenen Molekülen einen merklichen „Widerstand" entgegensetzen wird. Indessen ist einstweilen eine analytische Berücksichtigung dieses Einflusses ohne willkürliche Hypothesen nicht möglich. Bezüglich des Ansatzes für die Anziehung des Gases durch die metallische unendlich ausgedehnte Ebene liegt es nahe, ihn nach Analogie der für endliche Punktladungen von W. Thomson entwickelten bekannten Methode der elektrischen Bilder zu gestalten,[12]) d. h. die Anziehungskraft als quasi statische zu betrachten und die Massenbeschleunigung des Ions zu setzen:

$$m_2 \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{e^2 v^2}{4x^2}$$

also die Anziehung als durch eine im jeweiligen Bildpunkte des Gases befindliche gleiche aber entgegengesetzte Ladung bewirkt anzusehen.

Als Integrationsgrenzen von x wird man als obere Grenze einen Abstand $x = \lambda$ wählen, der von der Grössenordnung der „freien mittlern Weglänge" im Gasgebiet ist, während man als untere Grenze, ausgehend von der Vorstellung, dass die Ladung des Gases als im Kern des Atomkomplexes befindlich angesehen werden darf, einen Abstand $x = \delta$ von der Grössenordnung des Radius der Wirkungssphäre der Moleküle nehmen wird.

Man erhält so für den Betrag der erreichten Endgeschwindigkeit im Mittel

$$u'_0 = \frac{ev}{\sqrt{2m_2}} \sqrt{\int_\lambda^\delta \frac{1}{x^2} dx} = \frac{ev}{\sqrt{2m_2}} \sqrt{\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\lambda}}$$

wenn der Mittelwert der Geschwindigkeit der geordneten Ionenbewegung im Abstande λ vernachlässigt und von der Existenz der Gashaut abstrahiert wird.

---

[12]) Vergl. *P. Lenard,* Ann. d. Phys. 8, p. 185, 1902. — *P. Debyl,* Ann. d. Phys. 33, p. 467, 1910.

Für 1–2-wertige Gasionen, deren Masse m_2 von der Grössenordnung der Masse der ungeladenen Moleküle ist, würde für normale Zustandsverhältnisse eine obere Grenze von u'_0 bei

$$10^5 \text{ bis } 10^6 \ [cm \text{ sec.}^{-1}]$$

liegen, d. h. sie würde gleich oder grösser der mittleren Geschwindigkeit der Wärmebewegung cet. par. werden. Zur Methode dieser Abschätzung ist zunächst zu bemerken, dass die für endliche Ladungen vom Standpunkt eines unbegrenzt unterteilbaren elektrischen Fluidums entwickelte Lösung des Influenzproblems nicht ohne weiteres für elementare Ladungen unter Zugrundelegung einer atomistischen Struktur der Elektrizität anwendbar zu sein braucht, worauf ja kürzlich *H. A. Lorentz* besonders hingewiesen hat.[13]) Dass der Schätzung einer oberen Grenze für die Geschwindigkeit nach dieser Methode indessen doch praktische Bedeutung zukommt, kann aus der mehrfach gemessenen Austrittsarbeit eines Elektrons aus einem Metall geschlossen werden. Man findet nämlich in allen Fällen Werte für diese, die der Grössenordnung nach mit der von der „Bildkraft" geleisteten Arbeit übereinstimmen.[14])

Es liegt nahe, den Einwand zu erheben, dass das Eingehen auf die mikroskopischen Vorgänge (in Gebieten, deren Dimension unterhalb der Ordnung der mittleren freien Weglänge liegt) deswegen keinen Sinn habe, weil den vorhergeschickten Ansätzen nur makroskopische Betrachtungen zugrunde liegen. Demgegenüber ist jedoch zu beachten, dass an einer ebenen metallischen Grenze, wenn überhaupt von einer solchen gesprochen werden darf, die Voraussetzungen einer molekularen Anordnung eben nicht mehr erfüllt sind. Denn aus der Schärfe der metallischen Reflexion an ebenen Flächen muss doch geschlossen werden, dass die Metallatome den Gasionen gegenüber bis zum gewissen Grade eine regelmässige Anordnung besitzen.

Wenn die Schätzung der Grössenordnung der Endgeschwindigkeit einigermassen zutreffend ist (sie kann nicht wesentlich höher sein, weil sonst in der Grenzschicht Stossionisation eintreten müsste, die aber bisher nicht beobachtet worden ist), so würde folgen, dass *die Annahme der Grenzbedingung*

$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 = 0$$

---

[13]) *H. A. Lorentz,* Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität (Vorträge der Wolfskehlstiftung in Göttingen), pag. 188. Leipzig u. Berlin bei Teubner, 1914.

[14]) Siehe *W. Germershausen.* Leipziger Dissertation 1916. — Ann. d. Phys. 51, p. 870, 1916.

nur für sehr kleine Stromdichten als Näherungsformel Berechtigung besitzt.

Jedenfalls ist also wohl aus dem vorstehenden zu schliessen, dass zurzeit die Möglichkeit einer analytischen Berücksichtigung allgemeiner Grenzbedingungen an einer metallischen, Gasionen auffangenden Elektrode nicht besteht, insbesondere auch deswegen nicht, weil wir noch keinerlei Kenntnisse von dem Mechanismus der „Neutralisation" bezw. „Entladung" der Gasionen an der Elektrode besitzen.

Allgemeine Bedingungen für die Bestimmung der Integrationskonstanten kommen demnach eigentlich nicht in Betracht; auf alle Fälle scheint es ratsam, sich einstweilen spezieller Hypothesen zu enthalten.

§ 3.

Integration der Differentialgleichung des Feldes.

Wir setzen in (12), unter Beachtung von (13)

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{4\pi j}{\varepsilon}\right)^2 \frac{m_2}{e v} &= \chi \\ \frac{RT}{N v e} &= \frac{D}{k} \\ \frac{4\pi j}{\varepsilon k} &= \psi, \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

wo D als Diffusionskonstante derjenigen Ionen zu bezeichnen ist, auf welche sich v und k beziehen, wählen die Vorzeichen für *positive Gasionen* und erhalten die Differentialgleichung in der Form:

$$\frac{d}{dx}\left(\chi \frac{1}{(dE/dx)} + \frac{D}{k}\frac{dE}{dx} - \frac{E^2}{2}\right) - \psi = 0 \qquad (14)_a$$

dessen erstes Integral:

$$\chi \frac{1}{dE/dx} + \frac{D}{k}\frac{dE}{dx} - \frac{E^2}{2} - \psi x + C_1 = 0 \qquad (15)$$

wird. Da im Gültigkeitsbereich von (15) χ stets ausserordentlich klein bleibt (für $j = 10$ *el. st. E.* wird χ unter Voraussetzung normaler 1—2-wertiger Ionen von der Ordnung 10^{-10}, während $\frac{D}{k}$ von der Ordnung 10^{-5}, ψ von der Ordnung 10^{-1} ist), können wir zweckmässig das 2te Integral von $(14)_a$ in der Form ansetzen:

$$E = E_1 + \chi E_2 + \chi^2 E_3 + \cdots \qquad (16)$$

wo die E_i zu bestimmende Funktionen von x und der Parameter ψ, D/k, C_1 sind. Unter Beachtung, dass nach (15):

$$C_1 = \frac{E^2_0}{2} - D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 - \chi\frac{1}{(dE/dx)_0}$$

wird, falls E_0 u. $\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$ die der Ebene $x = o$ entsprechenden Grössen sind, setzen wir:

$$f = \psi x - \frac{E^2_0}{2} + D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \qquad \frac{dE_i}{dx} = E'_i$$

$$\beta = \frac{1}{(dE/dx)_0}$$

$$\alpha = D/k$$

Wird (16) in (15) eingetragen, so folgt in bekannter Weise durch Koeffizientenvergleichung der nach Potenzen von χ zusammengefassten Glieder:

$$E'_1\left(\alpha E'_1 - \frac{E^2_1}{2} - f\right) = 0$$

$$1 + 2\alpha E'_1 E'_2 - E'_1(E_1E_2 + \beta) - E'_2(\tfrac{1}{2}E^2_1 + f) = 0 \qquad (17)$$

$$\alpha(E'^2_2 + 2E'_1E'_3) - E'_1(\tfrac{1}{2}E^2_2 + E_1E_3) - E'_2(E_1E_2 + \beta) - E'_3(\tfrac{1}{2}E^2_1 + f) = 0$$

u. s. w.

Dieses System von Differentialgleichungen für die E_i spaltet sich dem quadratischen Charakter von (15) entsprechend in die beiden Lösungssysteme:

$$\left.\begin{aligned} I.)\ & E'_1 = 0 \\ & E'_2 - \frac{1}{\tfrac{1}{2}E_1^2 + f} = 0 \\ & E'_3 - E'^2_2(\alpha E'_2 - E_1E_2 - \beta) = 0 \end{aligned}\right\} (17)_a$$

u. s. w.

$$\begin{aligned} II.)\ & E'_1 - E_1^2\frac{1}{2\alpha} - \frac{1}{\alpha}f = 0 \\ & E'_2 - E_2\frac{E_1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha}\left(\beta - \frac{1}{E'_1}\right) = 0 \\ & E'_3 - E_3\frac{E_1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha}\left(\tfrac{1}{2}E^2_2 + \frac{E'_2}{E'^2_1}\right) = 0 \end{aligned} \qquad (17)_b$$

u. s. w.

Die Funktionen E_i lassen sich sukzessive aus den vorstehenden linearen Differentialgleichungen berechnen; geht man bis zur n^{ten}-Annäherung, so erhält man naturgemäss n-Integrationskonstante, zwischen denen jedoch $(n-1)$ willkürliche, von einander unabhängige Relationen angenommen werden dürfen.

Lösungssystem I.

Aus (17)a folgt sofort:

$$E_1 = const. = E_0 \quad ,$$

Wir können E_0 so wählen, dass es mit dem wahren Feldwert E an der Elektrode $x = 0$ übereinstimmt; damit ist dann für die weiteren Integrationskonstanten in dem Sinne verfügt, dass die

$$E_2 = E_3 = E_4 = \cdots E_i = 0$$
$$\text{für } x = 0$$

werden müssen.

Für die zweite Näherungs-Funktion folgt unmittelbar:

$$E_2 = \frac{1}{\psi} lg \left(1 + \left(\frac{\psi\, x}{D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0}\right)\right) \tag{17$_c$}$$

und für die dritte

$$E_3 = \frac{1}{\psi\, D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0}\left(\frac{1}{2\left(\frac{dE}{dx}\right)_0} - \frac{E_0}{\psi}\right) +$$

$$+ \frac{1}{\psi\,\Omega}\left[\beta + \frac{E_0}{\psi}\left(1 + log\left(1 + \frac{\psi x}{D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0}\right)\right)\right] - \frac{\alpha}{2\,\psi\,\Omega^2} \tag{17$_d$}$$

wo

$$\Omega = \psi x + D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 = \frac{1}{E'_2}$$

gesetzt ist.

u. s. w.

Lösungssystem II.

a) Erste Annäherung.

Zum Zweck der Integration von (17,1) werde gesetzt:

$$\left.\begin{aligned} k\,(C_1 - \psi x) &= \xi \\ 2\,\psi\, D &= \varphi \\ E_1 &= \varphi \frac{1}{z}\frac{dz}{d\xi} \end{aligned}\right\} \tag{18}$$

sodass nach Substitution in (17,1) entsteht:

$$\frac{d^2 z}{d\xi^2} - \frac{2k}{\varphi^2}\xi z = 0 \tag{19}$$

hieraus wird durch die Transformation

$$\xi = \varphi^{2/3}\left(\frac{k}{2}\right)^{1/2} \xi' \tag{20}$$

die Differentialgleichung Riccatischen Normaltypus:

$$\frac{d^2 z}{d\xi'^2} - z\xi' = 0 \tag{21}$$

gewonnen, die ihrerseits in bekannter Weise durch die Substitution:

$$\begin{aligned} y &= i^{2/3} \cdot \xi'^{3/2} \\ z &= (^2/_3)^{1/3}\, \xi^{1/2} \zeta \end{aligned} \qquad (i = \sqrt{-1}) \tag{22}$$

in die Differentialgleichung der Besselschen Funktionen:

$$y^2 \frac{d^2\zeta}{dy^2} + y\frac{d\zeta}{dy} + \zeta(y^2 - (^1/_3)^2) = 0 \tag{23}$$

übergeht. Das allgemeine Integral von (23) ist:

$$\zeta = AJ_{1/3}(y) + BJ_{-1/3}(y) \tag{24}$$

Unter Beachtung der Differentialeigenschaften der Besselschen Funktionen erster Art $J_\nu(y)$:

$$\frac{d\,(y^\nu J_\nu(y))}{d\,y} = y^\nu J_{\nu-1}(y)$$

$$\frac{d\,(y^\nu J_{-\nu}(y))}{d\,y} = -\,y^\nu J_{-\nu+1}(y)$$

folgt aus (18) bis (24) sofort für das Feld erster Annäherung: (25)

$$E_1 = -\left(\varphi\frac{3}{k}\right)^{1/3} y^{1/3}\frac{C_2 J_{-2/3}(y) - J_{2/3}(y)}{C^2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)} = \sqrt{2(C_1 - \psi x)}\,(i)\,\frac{C_2\, J_{-2/3}(y) - J_{2/3}(y)}{C^2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)}$$

wo C_2 eine willkürliche Konstante und $J_{1/3}(y)$, $J_{-1/3}(y)$, $J_{2/3}(y)$, $J_{-2/3}(y)$ die Besselschen Funktionen erster Art von den Ordnungen $^1/_3$, $-^1/_3$, $^2/_3$, $-^2/_3$ sind und das Argument nach (22):

$$y = i^{2/3}(k(C_1 - \psi x))^{3/2}\, \varphi^{-1/2}\left(\frac{2}{k}\right)^{1/2} \tag{26}$$

zu setzen ist, worin wir im Nachfolgenden stets den positiven Wert von $(C_1 - \psi x)^{1/2}$ nehmen.

Die Potentialdifferenz erster Annäherung:

$$(V - V_1)_1 = -\int_{x_1}^{x} E_1\, d\,x$$

zwischen zwei beliebigen Ebenen im Strömungsgebiet (x_1, x) wird auf Grund von (18,3)–(25) unmittelbar:

$$(V - V_1)_1 = \frac{2\,D}{k} \log \left[\left(\frac{y_1}{y}\right)^{1/3} \frac{C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y_1)}{C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)} \right] \tag{27}$$

In allen Fällen, wo

$$(y^2) \gg 1/9$$

ist, wird das Feld erster Annäherung genügend genau nach (23) durch:

$$y^2 \frac{d^2 \zeta}{dy^2} + y \frac{d\xi}{dy} + \zeta y^2 = 0 \tag{28}$$

dargestellt, deren allgemeines Integral

$$\zeta = A_1 J_0(y) + B_1 Y_0(y)$$

ist, wo $J_0(y)$ und $Y_0(y)$ die Besselschen Funktionen erster bezw. zweiter Art von der Ordnung Null sind.

Das Feld nimmt in diesem Falle die Form an:

$$E_1 = -\left(\varphi \frac{3}{k}\right)^{1/3} y^{1/3} \frac{C'_2\left(1/3\, y^{-1} J_0(y) - J_1(y)\right) + 1/3\, y^{-1} Y_0(y) - Y_1(y)}{C'_2 J_0(y) + Y_0(y)} \tag{29}$$

während die Potentialdifferenz

$$(V - V_1)_1 = \frac{2\,D}{k} \log \left[\frac{y_1^{1/3}\left(C'_2 J_0(y_1) + Y_0(y_1)\right)}{y^{1/3}\left(C'_2 J_0(y) + Y_0(y)\right)} \right] \tag{30}$$

wird. $J_1(y) Y_1(y)$ sind die Besselschen Funktionen der Ordnung 1. (29) und (30) eignen sich für die praktische Berechnung des Feldes bezw. der Potentialdifferenz gut, weil in den meisten vorkommenden Fällen sehr weitgehend $(y)^2 \gg 1/9$ erfüllt ist; sie haben die Annehmlichkeit, dass man auf schon vorhandenes Tabellenmaterial zurückgreifen kann[15]) und dass sie für sehr grosses rein imaginäres Argument bequeme asymptotische Darstellungen ermöglichen.

b) Zweite Annäherung.

Das Feld zweiter Annäherung ergibt sich durch Integration der linearen Differentialgleichung (17,2), wo E_1 und dE_1/dx die durch (25) und (17,1) bestimmten Funktionen von x sind. Man findet als allgemeines Integral sofort:

$$E_2 = C_3 e^{+k/D \int E_1\,dx} - e^{+k/D \int E_1\,dx} \int \frac{k}{D} \frac{1}{(dE_1/dx)} e^{-k/D \int E_1\,dx} dx$$
$$+ e^{+k/D \int E_1\,dx} \, {}^1\!\Big/\!\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \int \frac{k}{D} e^{-k/D \int E_1\,dx} dx \tag{31}$$

---

[15]) Siehe *Jahncke* und *Emde,* Funktionentafeln b. Teubner 1909, Abschnitt XIII, pag. 110 u. s. w.

wo also $$k/D \int E_1 dx = lg\left(y^{1/3}(C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)\right) \qquad (31)_a$$
und
$$\frac{dE_1}{dx} = -\frac{k}{D}[C_1 - \psi x]\left[\left(\frac{C_2 J_{-2/3}(y) J - {}_{2/3}(y)}{C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)}\right)^2 + 1\right] \qquad (31)_b$$
zu setzen ist.

Verfügen wir über die Konstanten C_1 und C_2 wieder so, dass für
$$x = x_0 \ (= 0)$$
$$E = E_1 \ E_2 = E_3 = E_4 \cdots = 0$$
wird, so ist in (31) $C_3 = 0$.

Setzen wir zur Abkürzung:
$$\left.\begin{aligned} \Psi_2 &= C_2 J_{-2/3}(y) - J_{2/3}(y) \\ \Psi_1 &= C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y) \end{aligned}\right\} \qquad (31)_c$$
so wird demnach das Feld in zweiter Annäherung: (32)
$$E = \left(2(C_1 - \psi x)\right)^{1/2}\left[i\frac{\Psi_2}{\Psi_1} + 2\chi\Psi_1{}^2\int\limits_0^x\left(\frac{1}{\Psi^2{}_1 + \psi^2{}_2} - \frac{C_1 - \psi x}{D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \Psi^2{}_1}\right)dx\right]$$

§ 4.

Diskussion der Feldintegrale.

Für jede vorgegebene stationäre Strömung j sind nach dem vorhergehenden also theoretisch zwei wesentlich verschiedene elektrische Felder cet. par. existenzfähig.

Nach (15) gilt nämlich für die der Divergenz proportionalen Grösse in jedem Feldpunkt:
$$\left(\frac{dE}{dx}\right)^I = \frac{k}{2D}\left(\frac{E^2}{2} + \psi x - C_1\right) - \sqrt{\frac{k^2}{4D^2}\left(\frac{E^2}{2} + \psi x - C_1\right)^2 - \chi\frac{k}{D}}$$
$$\left(\frac{dE}{dx}\right)^{II} = \frac{k}{2D}\left(\frac{E^2}{2} + \psi x - C_1\right) + \sqrt{\frac{k^2}{4D^2}\left(\frac{E^2}{2} + \psi x - C_1\right) - \chi\frac{k}{D}}$$

Da nun im allgemeinen stets:
$$\left|\frac{k^2}{4D^2}\left(\frac{E^2}{2} + \psi x - C_1\right)\right| \gg \chi\frac{k}{D}$$
ist, so folgt, dass das erstere System einem wesentlich homogenen, das zweite einem merklich variablen Felde entspricht. Demgemäss baut sich die durch (17)c gegebene angenäherte Darstellung des ersten Feldes aus einem homogenen Felde auf.

Der Einfluss des Beschleunigungstermes gegenüber demjenigen der Diffusion bleibt unter allen Umständen klein, wie aus dem folgenden folgt. Nach (12)a ist nämlich:

$$\chi \cdot 1/\frac{dE}{dx} : D/k\frac{dE}{dx} = \frac{Ne\nu(4\pi j)^2 m_2}{RT\varepsilon^2 e\nu(4\pi j)^2} u^2 = \frac{3}{\varepsilon^2}\frac{u^2}{c^2}$$

wo c_2 das mittlere Geschwindigkeitsquadrat der Wärmebewegung, u^2 dasjenige der geordneten Ionenströmung ist. Nach Voraussetzung (3) ist also im Gültigkeitsbereich der vorstehenden Differentialgleichungen obiger Quotient stets als wesentlich klein gegenüber der Einheit zu betrachten. Nur für den Fall, dass:

$$\frac{RT}{Nc\nu}\varepsilon\left(\frac{dE}{dx}\right) \sim \frac{\varepsilon}{2}E^2$$

wird, würde praktisch der Einfluss des Beschleunigungstermes gegenüber den andern Gliedern bemerkbar werden.

Da nun bei von Null verschiedenem j im ganzen Felde sicher nirgends E' verschwinden kann, für den Grenzfall $x \to 0$ (kleine Stromdichte und kleine Trägheitsmasse der Ionen, vergl. § 3, 14) das Feld durch

$$E'\left(E' - \frac{E^2}{2a} - fa\right) = 0$$

also wegen

$$E' \neq 0$$

durch:

$$E' - \frac{E^2}{2a} - f/a = 0$$

approximiert wird d. h. durch die erste Annäherung des Lösungssystems II, ist es gerechtfertigt, als physikalische Lösung das System II durchweg zu betrachten.

Wir befassen uns daher im nachfolgenden nur mit dem Lösungssystem II.

Das Feldintegral (32) repräsentiert bei bekannten Werten der die Strömung als solche bestimmenden stets positiven Parametern χ, D/k, ψ eine zweifach unendliche Kurvenschar:

$$F(E, x, C_1, C_2) = 0$$

im $E-x$-Diagramm, bezw. eine einfach unendliche Kurvenschar:

$$F_1(E, y, C_2) = 0$$

im $E-y$-Diagramm (vergl. hierzu Fig. 1).

Das Feld einer ganz bestimmten Strömung hängt mithin von fünf Konstanten ab. Wird die mittlere Temperatur des Feldes, die Dielektrizitätskonstante des neutralen Gases und die Stromdichte als vorgegeben angesehen, so ist nach (14) u. s. w. das Feld und damit der Potentialverlauf sowie die Verteilung der Ionendichte ϱ_2, die Beweglichkeit bezw. Diffusionskonstante der Ionen, die träge Masse und Ladung eines einzelnen Iones vollständig bestimmt, falls mindestens fünf von einander unabhängige Werte von $E, \frac{dE}{dx}$ oder $\int_{x_1}^{x_2} E\,dx$ an, resp. zwischen bekannten Feldebenen durch direkte Messung ermittelt worden sind.

Es ist nicht ohne Interesse, dass bei dem in den vorhergeschickten Formeln angestrebten Genauigkeitsgrade formal die Möglichkeit der Bestimmung der Masse und der Ladung, also auch des Elementarquantums besteht. Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen über die Stromleitung in Gasen, insbesondere der allein genauer verfolgten bipolaren Strömung sind die von χ abhängenden Terme vernachlässigt.[16]) Nach (7) ist dies nur statthaft, wenn die räumliche Änderung der Geschwindigkeit der Gesamtbewegung im ganzen Felde klein bleibt, und zwar derart, dass:

$$\left|\varrho_2 u_2 \frac{du_2}{dx}\right| \ll \left|\frac{dp_2}{dx} \mp \frac{\varrho_2 cv}{m_2} E + C \varrho_1 \varrho_2 u_2\right|$$

ist. In den meisten Fällen ist diese Annahme durchaus gerechtfertigt (vergl. § (3) 15). Wird dieselbe acceptiert, so stellt nach (17,1) bis (25) das Feld E_1 *die exakte allgemeine Lösung* der schon früher von *J. J. Thomson* und *E. Riecke* hergeleiteten Differentialgleichung (17,1) dar.

Geht man in der Vernachlässigung noch einen Schritt weiter, indem man:

$$\left|\frac{dp_2}{dx}\right| \ll \left|\mp \frac{\varrho_2 cv}{m_2} E + C \varrho_1 \varrho_2 u_2\right|$$

d. h. die räumliche Variation des Partialdruckes der Ionen als sehr klein gegenüber den übrigen Termen ansieht, entsprechend einer Unterdrückung des Vorganges der Diffusion, so reduziert sich nach (17,1) das Feld auf die wohlbekannte Feldparabel

$$E = \left(2(C_1 - \psi x)\right)^{1/2}$$

---

[16]) *J. J. Thomson, Mie, Seeliger* l. c. vernachlässigen nicht nur den Beschleunigungseinfluss, sondern auch die Diffusion. *P. Langevin* l. c. berücksichtigt für den Grenzfall sehr kleiner Elektrodenabstände die Diffusion. Jaffé l. c. hat Näherungslösungen für endlichen Elektrodenabstand unter sonst gleichen Voraussetzungen angegeben.

Nach (32) kann mithin die tatsächliche Feldkurve unter Berücksichtigung der Beschleunigung und Diffusion der Ionen als durch Deformation der Feldparabel entstanden aufgefasst werden.

Ein einfacher Grenzübergang unter Beachtung der Hankelschen asymptotischen Darstellung der Besselschen Funktionen ergibt:

$$\lim_{y = i\infty} (E = E_1 + \chi E_2) = \left(2\,(C_1 - \psi x)\right)^{1/2}$$

in Übereinstimmung mit (33).

Bei der von uns angestrebten zweiten Annäherung erscheint die Feldparabel mithin als Grenzfall der gegen Unendlich konvergierenden Feldstärke. Abgesehen davon, dass dieser Fall bei der Aufstellung der Differentialgleichungen ausdrücklich ausgeschlossen wurde (vergl. Voraussetzung 4, b) verliert die Parabel in der Grenze wegen der Endlichkeit des Plattenabstandes natürlich jede reale Bedeutung; denn nach (33) verschwindet wegen der Endlichkeit von von ψ, der variable Term gegenüber C_1 d. h. das Feld wird homogen. Die Diffusion und die räumliche Änderung der Geschwindigkeit der geordneten Bewegung verschwinden in der Tat, falls wirklich noch in der Grenze k von E unabhängig wäre.[17])

Die Bedeutung der Feldparabel geht klarer aus der folgenden geometrischen Betrachtung hervor, falls man sich auf die erste Annäherung beschränkt.

Die Enveloppe der einfach unendlichen Kurvenschar

$$F(E, y, C_2) = 0$$

ist nach (25)

$$E + \left(\varphi \frac{3}{h}\right)^{1/3} y^{1/3} \frac{J_{-2/3}(y)}{J_{1/3}(y)} = 0$$

Um den Verlauf dieser Kurve im $E-y$-Diagramm zu übersehen, betrachten wir die drei folgenden Gebiete von y (vergl. § 5):

1. Das Gebiet grosser rein imaginärer Werte von y $(C_1 > \psi x)$
2. Das Gebiet grosser rein reeller Werte von y $(\psi x > C_1)$
3. Das Gebiet grosser sehr kleiner rein imaginärer oder reeller y.

Für den Bereich 1 nähert sich die Enveloppe:

$$E + \left(\varphi \frac{3}{h}\right)^{1/3} y^{1/3} (-i) = 0$$

d. h. im $E-x$-Diagramm dem Kurventeil:

---

[17]) Indessen ist zu bemerken, dass für endliche, nicht zu kleine Feldstärken der Argumentwert $|y|$ meist so gross ist, dass die Deformation der Feldparabel praktisch klein bleibt (vergl. hierzu p. 488 und Fig. 4 p. 498).

$$E = \mp\left(2(C_1 - \psi x)\right)^{1/2}$$

also der Feldparabel.

Für den Bereich (2) nähert sich die Enveloppe:

$$E - \left(\varphi\frac{3}{h}\right)^{1/3} y^{1/3} cotg\left(y + \frac{\pi}{4}\right) = 0$$

d. h. im $E-x$-Diagramm der oscillierenden Kurve:

$$E = \pm\left(2(\psi x - C_1)\right)^{1/3} cotg\left[1/6\,\frac{k}{4D}\left(2(\psi x - C_1)\right)^{3/2} + \frac{\pi}{4}\right]$$

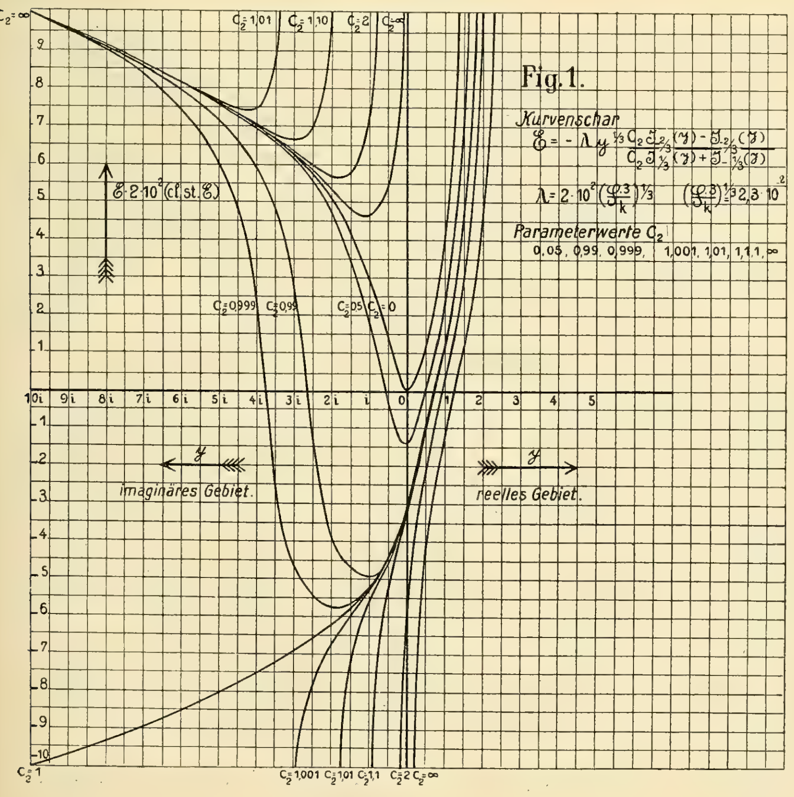
Für den Bereich 3 nähert sich die Enveloppe:

$$E y^{2/3} \pm \left(\varphi\frac{3}{k}\right)^{1/3} \cdot \frac{\Gamma(4/3)}{\Gamma(5/3)} = 0$$

d. h. im $E-x$-Diagramm dem Kurventeil:

$$E(2(\psi x - C_1)) \pm \left(\varphi\frac{3}{k}\right)^{-1/3} \frac{\Gamma 4/3}{\Gamma 5/3} = 0$$

also einer gleichseitigen Hyperbel (vergl. hierzu § 5).



Zur Veranschaulichung des Verlaufs der Enveloppe sei auf Fig. 1 verwiesen (Kurve $C_2 = \infty$).

Die Parameter beziehen sich auf normale positive Gasionen unter Annahme der folgenden Zahlenwerte:

$$T = 273^0\ abs.$$
$$R = 831 \cdot 10^7 \frac{erg}{grad}$$
$$Ne = 2{,}8965 \cdot 10^{14} (el.\ st.\ E.) \text{ (Faraday'sche Konstante)}$$
$$j = 1\ (el.\ st.\ \mathrm{E.})$$
$$D/k = 7{,}84 \cdot 10^{-5}\ (C.\ G.\ S.)$$
$$k = 4{,}62 \cdot 10^2\ (el.\ st.\ E.)\ ^{18)}$$
$$\left(\varphi \frac{3}{k}\right)^{1/3} = 2{,}30 \cdot 10^{-2}$$
$$p = 760\ mm\ Hg$$
$$\varepsilon = 1$$
$$\nu = 1$$

§ 5.

Praktische Bestimmung des Feldes und der Konstanten.

Von besonders zu behandelnden Extremfällen abgesehen, ist, wie schon bemerkt, die durch die erste Annäherung erreichte Genauigkeit durchaus hinreichend. Wir beschränken uns im folgenden auf diese und schreiben das Feldintegral demgemäss:

$$E^2 = (2(C_1 + \psi x))\, \Theta^2 (y_1 C_2)$$

wo zur Abkürzung

$$\Theta(y_1 C_2) = i \frac{C_2 J_{-2/3}(y) - J_{2/3}(y)}{C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)} \tag{34}$$

gesetzt ist und als direktes Mass für die durch die Diffusion herbeigeführte Deformation der Feldparabel anzusehen ist (vergl. Fig. 4).

Allgemeine Regeln für die Berechnung der Konstanten D/k, ψ, C_1, C_2 lassen sich aus den vorhergehenden Formeln nicht abstrahieren. Der zu wählende Weg wird sich wesentlich nach der Natur der durch die Messungen am Felde bestimmten Grössen richten. Im allgemeinen läuft aber selbst in den einfachsten Fällen die Aufgabe auf die Lösung eines Systems transzendenter Gleichungen hinaus.

Wir wollen voraussetzen, dass die Parameter D/k und ψ bekannt seien und der für die Rechnung einfachere, für praktische Untersuchungen aber wohl weniger wichtige Fall vorliegt, dass die

---

[18]) *Wellish,* Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A, Vol. 202, p. 249. 1909.

ersten und zweiten Ableitungen des Potentials nach der Feldkoordinate, also E_0 und $\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$ für eine bestimmte Feldebene $x = x_0$ (etwa $= 0$) vorgegeben seien.

Nach (15) und (25) erhält man für die Konstanten C_1 und C_2 unmittelbar die Ausdrücke:

$$C'_1 = \psi x_0 + \frac{E^2_0}{2} - \frac{D}{k}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \tag{35}$$

$$C_2 = \frac{i\Delta J_{-1/3}(y_0) + J_{2/3}(y_0)}{J_{-2/3}(y_0) - i\Delta J_{1/3}(y)} \tag{36}$$

wo

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{1 - 2\frac{D}{k}\frac{1}{E^2_0}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0}} \qquad y_0 = {}^1/_6 i \cdot \frac{k}{\psi D}\left(E^2_0 - 2\frac{D}{k}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0\right)^{3/2} \tag{37}$$

ist.

Da für positive Ionen überall

$$\frac{dE}{dx} > 0$$

ist, so wird allgemein:

$$1 - 2\frac{D}{k}\frac{1}{E^2_0}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \gtrless 0$$

d. h. Δ sowohl reell als imaginär. Die Doppelwertigkeit von Δ hat auf C_2 keinen Einfluss, da die Besselschen Funktionen von einer ungeraden Potenz von Δ abhängen und $J_{1/3}(y)$ und $J_{-1/3}(y)$ *ungerade* Funktionen, $J_{2/3}(y)$, $J_{-2/3}(y)$ gerade Funktionen von y sind.

Wählt man insbesonders das Wertepaar E_0, $\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$ für eine der auffangenden Elektrode ($x \sim 0$) sehr benachbarte Ebene, so darf, wenn wir extrem kleine Werte der Feldstärke an dieser Stelle ausdrücklich ausschliessen, allgemein

$$2\frac{D}{h}\frac{1}{E^2_0}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$$

als sogar gegen 1 sehr kleine Grösse angesehen werden. Denn D/k wird für 1—2-wertige Gasionen nach (14), ganz unabhängig von ihrer Natur, für normale Temperaturverhältnisse ($T \sim 273^0$) von der Grössenordnung 10^{-5}. Wenn bisher auch keine genaue, auf Tatsachen sich stützende Abschätzung von $\left(\frac{dE}{dx}\right)$ an der Grenze der auffangenden Elektrode möglich ist, so darf aber doch indirekt aus verschiedenen

Diffusionsbeobachtungen mit ziemlicher Sicherheit geschlossen werden, dass für Strömungen, die der Voraussetzung (6) genügen, $\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$ sehr klein gegen 1 bleibt.

Wir gelangen so unter gewissen Vorbehalten also zu der Grenzbedingung

$$\lim_{2\,D/k} \frac{1}{E^2_0}\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 \rightarrow 0 \quad \Delta^2 = 1 \tag{38}$$

diese Grenzrelation wird um so genauer erfüllt sein, je grösser der Feldwert an der Kathode $x \sim 0$ wird. Praktisch stimmt also (38) mit der schon früher allgemein benutzten Grenzbedingung $\left(\frac{dE}{dx}\right)_0 = 0$ überein (vergl. § 3); wegen der erheblichen Vereinfachungen, die sich aus (38) ergeben, wollen wir im folgenden daher Gebrauch von ihr machen. Es wird mithin *näherungsweise:*

$$\left.\begin{array}{ll} C_2 = \dfrac{iJ_{-1/3}(y_0) + J_{2/3}(y_0)}{J_{-2/3}(y_0) - iJ_{1/3}(y_0)} & y_0 = i\dfrac{k}{6\psi D} E^3{}_0 \\ C_1 = E^2{}_0 & \end{array}\right\} \tag{39}$$

das variable Argument y nähert sich:

$$y = i\frac{k}{6\psi D}(E^2{}_0 - \psi x)^{3/2} \tag{40}$$

Die Konstanten C_1 und C_2 sind also direkt bestimmt, sobald die Feldstärke an der Kathode bei bekannter Stromdichte und Beweglichkeit gegeben ist. C_2 ist ein reiner Zahlenfaktor, der sofort angebbar ist, wenn die Besselschen Funktionen erster Art

$$J_\nu(y) \qquad \nu = {}^1/_3,\ -{}^1/_3,\ {}^2/_3,\ -{}^2/_3$$

bekannt sind.

Da bisher, soweit aus der Litteratur zu ersehen ist, keine Tabellen für die vorliegenden Funktionen existieren, sei in Tabelle I und II eine kleine Zusammenstellung von Funktionswerten der obigen vier Besselschen Funktionen gebracht, die sich auf rein imaginäre und reelle Argumente beziehen. Sie sind nach der bekannten Formel:

$$J_\nu(y) = \left(\frac{y}{2}\right)^\nu \sum_{n=0}^{n-\infty} \frac{\left(\frac{iy}{2}\right)^{2n}}{n!\,\Pi(n+\nu)}$$

ermittelt, in der die Werte der Gauss'schen Funktion $\Pi(n+\nu)$ aus

der bekannten Potenzentwicklung für $log\ \Gamma(\nu)$ berechnet wurden.[19])
Es liegen die Zahlenwerte zu Grunde:

$$\Gamma(4/3) = 0,89297885$$
$$\Gamma(5/3) = 0,90274400$$

Tabelle I.

Die Besselschen Funktionen der Ordnungen $1/3$, $-1/3$, $2/3$, $-2/3$

a) rein imaginären Argumentes y:

$-i \cdot y$	$i^{-1/3} \cdot J_{1/3}(y)$	$i^{1/3} \cdot J_{-1/3}(y)$	$i^{-2/4} \cdot J_{2/3}(y)$	$i^{2/3} \cdot J_{-2/3}(y)$
0,001	0,08888235	9,3043846	0,00697828	59,254946
0,005	0,1519873	5,4412862	0,02040470	20,265273
0,01	0,1915271	4,3188729	0,0323908	12,767038
0,05	0,3275988	2,5279656	0,0947454	4,3741266
0,1	0,4133292	2,0120908	0,1505674	2,7710328
0,2	0,5236938	1,6149337	0,2400886	1,7847976
0,3	0,6050969	1,4371161	0,3169648	1,4122460
0,4	0,6747065	1,3394804	0,3879115	1,2244345
0,5	0,73896795	1,2842663	0,4562766	1,1211616
0,6	0,8012496	1,2561487	0,5236831	1,0655464
0,7	0,8636220	1,2476438	0,5915247	1,0407643
0,8	0,9275733	1,2546119	0,6608592	1,03789715
0,9	0,9942515	1,2746576	0,7325863	1,0520196
1,0	1,0646321	1,3063528	0,8075223	1,0801406
1,1	1,1395845	1,3488749	0,8864421	1,1204781
1,2	1,2199310	1,4018054	0,9701027	1,1719889
1,3	1,3064762	1,4650143	1,05927035	1,23412565
1,4	1,4000307	1,5385928	1,1547284	1,30668935
1,5	1,5014392	1,6228107	1,2572936	1,3897444
1,6	1,6115488	1,7180917	1,3678124	1,4837978
1,7	1,7313281	1,8249983	1,4872413	1,5886563
1,8	1,8617165	1,9442237	1,6165177	1,7054582
1,9	2,0038222	2,0765883	1,7566974	1,8349199
2,0	2,1587909	2,2230396	1,9089091	1,9777781
2,5	3,1743399	3,2093765	2,89812025	2,935145
3,0	4,7559531	4,7754301	4,4289341	4,4494412
3,5	7,2299847	7,2409493	6,82099765	6,8324443
4,0	11,1138460	11,1200824	10,5899396	10,5964074

19) *Laska,* Sammlung von Formeln u. s. w. p. 289. Braunschweig 1888 bis 1894.

b) reellen Argumentes:

y	$J_{1/3}(y)$	$J_{-1/3}(y)$	$J_{2/3}(y)$	$J_{-2/3}(y)$
0,001	+ 0,08888232	+ 9,3043777	+ 0,0069783	+ 59,254857
0,005	0,1519859	5,4411842	0,0204045	20,26451
0,01	0,1914876	4,3185491	0,0323898	12,765124
0,05	0,3272919	2,5232302	0,0946743	4,357754
0,1	0,4117821	1,9970566	0,1501164	2,729772
0,2	0,5158970	1,5672329	0,2372247	1,680840
0,3	0,5850152	1,3432968	0,3085212	1,233739
0,4	0,6354117	1,1879355	0,3698166	0,96245665
0,5	0,6728261	1,0644303	0,4233045	0,7683525
0,6	0,7000276	0,95820655	0,4700623	0,6155535
0,7	0,7185620	0,8623218	0,5106320	0,4878360
0,8	0,7294382	0,7730537	0,5453458	0,3769033
0,9	0,7333595	0,6883121	0,5744057	0,2779880
1,0	0,7308769	0,6068884	0,59795075	0,1883404
1,1	0,72244575	0,5280989	0,6160901	0,1062583
1,2	0,7084758	0,4515861	0,62892665	0,0306972
1,3	0,6893510	0,3772038	0,6365640	− 0,0390134
1,4	0,6654458	0,3049456	0,6391208	− 0,1032745
1,5	0,6371020	0,2348999	0,6367332	− 0,1623264
1,6	0,6047903	0,1672173	0,6295500	− 0,2165363
1,7	0,5687883	0,1020897	0,6177777	− 0,2653289
1,8	0,5295592	0,0397331	0,6015958	− 0,3092627
1,9	0,4874717	− 0,0196239	0,5814072	− 0,3482447
2,0	0,4429333	− 0,0757500	0,5570133	− 0,3823160
2,5	0,1983094	− 0,3004902	0,3872130	− 0,4781969
3,0	− 0,0449581	− 0,4181636	0,1683304	− 0,4575940
3,5	− 0,2405661	− 0,4241210	− 0,0527130	− 0,3415276
4,0	− 0,3554278	− 0,3330922	− 0,2325213	− 0,16565835

Die Reihen für die Besselschen Funktionen sind durchweg bis auf die 8. Dezimale genau berechnet; die Fehler der mitgeteilten Zahlen sollten allgemein erst einige Einheiten der letzten Dezimale betragen. Die Berechnungen sind mit einer „8-stelligen" Rechenmaschine durchgeführt.

Wir berücksichtigen im folgenden allgemein nur die rein reellen oder imaginären Funktionswerte. (Die in Frage kommenden Funktionen sind ja dreiwertig; die konjugiert komplexen Werte werden aus der Tabelle in bekannter Weise durch Multiplikation mit den dritten Einheitswurzeln erhalten.)

Tabelle II enthält einige nach (39) berechnete Werte der Konstanten C_2 für verschiedene Werte des Argumentes an der Kathode ($x = 0$); die Konstante liegt also *stets im Intervall zwischen Null und 1* und zwar nähert sie sich sehr schnell mit wachsendem Argument asymptotisch dem Grenzwerte 1.[20]) Schon bei dem Argument $(-iy) = 3{,}5$ beträgt der Unterschied gegen diesen nur noch $^3/_{100\,000}$. Wir wollen im nachfolgenden den Grenzwert

$$\lim_{|-iy| = \infty} C_2 = 1$$

durch $C_{2\infty}$ bezeichnen.



Tabelle II.

$\|-iy_0\|$	$\|C_2\|$
0,00	0,0
0,001	0,15689
0,005	0,267505
0,010	0,303772
0,100	0,67972
0,500	0,938278
1,000	0,986217
1,500	0,99500
2,000	0,99880
3,000	0,99977
3,500	0,99997
4,000	0,99999
∞	1,000

Da für 1—2-wertige normale Gasionen der Koeffizient von $\dfrac{i(E_0)^3}{j}$ *in* (39_2)

$$j \frac{k}{6\psi D} = \frac{k^2}{24\pi D}$$

von der Grössenordnung $8 \cdot 10^4$ (bei normaler Temperatur) ist, so kann nach dem vorhergehenden allgemein geschlossen werden, dass für alle Feldwerte an der auffangenden Elektrode, bei denen

$$|E_0|^3 > j\,10^{-4} \text{ bleibt,} \tag{41}$$

in der Berechnung des Feldes der Grenzwert $C_{2\infty} = 1$ benutzt werden

20) Auf Grund der Grenzrelation (38) ist y_0 rein imaginär; wird für $x \backsim 0, E_0$ dagegen hinreichend klein, so werden $\varDelta$ und y_0 zugleich imaginär bezw. reell und damit nach (36) C_2 wieder reell. Wir verzichten auf die Angabe von Zahlenwerten, da sie bestimmte Annahmen über $\left(\dfrac{dE}{dx}\right)_0$ und E_0 zur Voraussetzung hätten.

darf. Wir gelangen somit zur Unterscheidung zweier Fälle; wir werden denjenigen, bei denen E_0 der Ungleichung (41) genügt, kurz den Fall grosser Argumente nennen. Er ist dadurch charakterisiert, dass die Konstante C_2 praktisch den Grenzwert $C_{2\infty}$ besitzt.

1. Das Feld $E(x, C_{2\infty})$.

Im vorliegenden Falle wird nach (34):

$$\Theta(y, C_{2\infty}) = i\,\frac{J_{-2/3}(y) - J_{2/3}(y)}{J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y)} \tag{42}$$

Wir geben in Tabelle III eine Reihe von Zahlenwerten an, die nach Tabelle I und II berechnet sind; sie lassen erkennen, dass der Einfluss der Diffusion auf das Feld sich in der Weise geltend macht, dass die Feldstärke mit zunehmender Entfernung von der auffangenden Elektrode langsamer als ohne Diffusion abfällt. Dieser „verflachende" Einfluss ist physikalisch ja auch durchaus zu erwarten (vergl. hierzu auch Fig. 4).

Tabelle III.

$(-iy)$	3,5	3,0	2,5	2	1,5	1,0	0,5	0,1	0,01	0,005	0,001
$\Theta(y_1 C_{1\infty})$	1,044	1,050	1,057	1,072	1,115	1,130	1,220	1,6375	3,087	3,826	6,435
y	3,5	3,0	2,5	2	1,5	1,0	0,5	0,1	0,01	0,005	0,001
$-i\Theta(y_1 C_{2\infty})$	+0,435	+1,35	+8,47	−2,557	−0,916	−0,306	+0,1985	+1,112	+2,82	+3,62	6,315

Da für grössere Argumentwerte die Besselschen Funktionen ($\nu = {}^1/_3, -{}^1/_3, {}^2/_3, -{}^2/_3$) einander sehr nahe kommen, mithin in (42) ihre Differenzen entsprechend klein werden und andererseits die Reihenentwickelungen für Argumente $|y| > 2$ sehr langsam konvergieren, die Erreichung einer grösseren Genauigkeit in $\Theta(y)$ also äusserst mühselig würde, ist es zweckmässig, in solchen Fällen direkte Potenzentwickelungen von $\Theta(y)$ nach negativen Potenzen von y zu verwenden. Ein Blick auf (42) zeigt, dass die asymptotischen Darstellungen der Besselschen Funktionen im Gebiet grosser, rein imaginärer Argumente unbrauchbar werden, da man für $\Theta(y)$ Ausdrücke von der Form $\frac{0}{0}$ erhält. Man gelangt jedoch sofort zum gewünschten Ziel, indem man $\Theta(y, C_2\infty)$ durch die Näherungsformel (29) ausdrückt.

a) Näherungsweise Darstellung von $\Theta(y)$ im Gebiet grosser, rein imaginärer Argumente.

Man findet unmittelbar aus (29):

$$\lim_{|-iy|=\infty} C^1_2 = \frac{{}^1\!/_3 y^{-1} Y_0(y_0) - Y_1(y_0) - i Y_0(y_0)}{i J_0(y_0) - {}^1\!/_3 y^{-1} J_0(y_1) + J_1(y_0)} = \frac{{}^1\!/_3 y^{-1} i + 2}{{}^1\!/_3 y^{-1} - 2i} = i \quad (43)$$

Mithin wird:

$$\Theta(y_1 C^1_{2\infty}) = \frac{{}^1\!/_3 y^{-1} J_0(y) - J_1(y) - i\,{}^1\!/_3 y^{-1} Y_0(y) + i Y_1(y)}{i J_0(y) + Y_0(y)} \quad (44)$$

Es nähern sich asymptotisch

$$J_0(y) \sim \frac{e^{-iy}}{\sqrt{-2\pi i y}}\, s_0 \qquad J_1(y) \sim \frac{i\, e^{-iy}}{\sqrt{-2\pi i y}}\, s_1$$

$$Y_0(y) \sim \left(\frac{-iC^{-iy}}{\sqrt{-2\pi i y}} + \frac{2\, C^{iy}}{\sqrt{-2\pi i y}}\right) s_0 \quad Y_1(y) \sim \left(\frac{C^{-iy}}{\sqrt{-2\pi i y}} - \frac{2iC^{iy}}{\sqrt{-2\pi i y}}\right) s_1$$

wo

$$s_0 = 1 - \frac{1}{1!|-8iy|} + \frac{1^2 - 3}{2!\cdot|-8iy|^2} - \frac{1^2 - 3^2 \cdot 5^2}{3!\cdot|-8iy|^3} + \dots .$$

$$s_1 = 1 + \frac{3}{1!\cdot|-8iy|} - \frac{3\cdot 5}{2!\cdot|-8iy|^2} + \frac{3 - 5\cdot 21}{3!\cdot|-8iy|^3} - \dots .$$

sind.

Aus der Forderung, *dass* $\Theta(y_1 C'_{2\infty})$ reell werde, folgt sofort die brauchbare Entwickelung:

$$\Theta(y_1 C'_{2\infty}) = -{}^1\!/_3 \frac{1}{|-iy|} + \frac{s_1}{s_0} = 1 + \frac{1}{6|-iy|} - \frac{1}{8|-iy|^2} + \frac{1}{128|-iy|^3} - \dots (45)$$

Drückt man hierin noch $(-iy)$ durch den nach (26) gegebenen Wert aus und setzt zur Abkürzung:

$$E_P = +(E^2_0 - 2\psi x)^{1/2}$$

so schreibt sich (45) auch in der Form: (46)

$$\Theta(y_1 C'_{2\infty}) = 1 + \left(\psi\cdot\frac{D}{k}\right){}^1\!/E^3{}_P - \frac{3^2}{2}\left(\psi\frac{D}{k}\right)^2 {}^1\!/E^6{}_P + \frac{3^3}{16}\left(\psi\frac{D}{k}\right)^3 {}^1\!/E^9{}_P - \dots$$

Zu einer praktisch mit der vorstehenden übereinstimmenden Entwickelung gelangt man auf etwas direkterem Wege, indem man das Integral von (17,1) nach Potenzen von D/k entwickelt, d. h. setzt:

$$E = E_1 + E_2\frac{D}{k} + E_3\left(\frac{D}{k}\right)^2 + \dots .$$

wo sich die E_i sukzessive aus:

$$E_1 = E_P = +(E^2_0 - 2\psi x)^{1/2}$$

$$2E_1E_2 + 2\frac{dE_1}{dx} = 0$$

$$2E_1E_2 + E^2_2 + 2\frac{dE_2}{dx} = 0$$

$$2E_1E_3 + 2E_2E_3 + 2\frac{dE_3}{dx} = 0 \quad \text{u. s. w.}$$

berechnen. Man findet sofort durch Vergleich mit (17)b $(46)_a$

$$\Theta(y_1C'_{2\infty}) = 1 + \left(\psi\frac{D}{h}\right)^1/E^3_P - {}^5/_2\left(\psi\frac{D}{k}\right)^2{}^1/E^6_P + \frac{30}{2}\left(\psi\frac{D}{h}\right)^3{}^1/E^9_P - \dots .$$

Die Abweichungen des Zahlenkoeffizienten vom dritten Gliede an erklären sich daraus, dass (46) aus der nur für grosse Argumente gültigen Differentialgleichung (29), (46)a dagegen aus der allgemein gültigen, ohne besondere Einschränkungen abgeleitet worden ist. Die durch (46) und (46a) erreichte Approximation ist schon für relativ kleine Argumente eine durchaus befriedigende. (Der aus (46a) folgende Wert von $\Theta(y_1 C'_{2\infty})$ für das Argument $(-iy) = 2$ wird unter Berücksichtigung der ersten drei Glieder: 1,0746, während der mittels der Besselschen Funktionen nach Tabelle I direkt ermittelte Wert 1,072 beträgt; für $(-iy) = 3{,}5$ ist entsprechend jener: 1,04356, dieser: 1,04395.)

Für den Gültigkeitsbereich dieser Näherungsformeln können Feldstärke und Potential mithin durch:

$$\left.\begin{aligned} E &= E_0 - \frac{\psi x}{E_0} - \frac{1}{2}\frac{(\psi x)^2}{E^3_0} + \psi\frac{D}{k}\frac{1}{E^2_0} + \dots \\ V &= -\frac{1}{3\psi}E^3_0 + 3\psi x E_0 + \frac{3}{2}(\psi x)^2\frac{1}{E_0} - \frac{D}{k}\log E_0 + konst. \end{aligned}\right\} \quad (47)$$

ausgedrückt werden. Die Formeln werden sofort erhalten, *wenn in der nach dem zweiten Gliede abgebrochenen Reihe (46)* E_P *unter Berücksichtigung der zulässigen Vernachlässigungen entwickelt wird.* Sie dürften sich zur praktischen Bestimmung von E_0, ψ, D/k eignen, falls etwa für $j =$ konst. der *Potentialverlauf* im Felde durch Messung vorliegt.

b) Näherungsweise Darstellung im Gebiet sehr kleiner Argumente.

Das Argument

$$y = {}^1/_6\, i\frac{k}{D}\frac{1}{\psi}\left(2(C'_1 - \psi x)\right)^{3/2}$$

wird klein, falls entweder:

1) $C_1 = \frac{E^2_0}{2} - D/k\left(\frac{dE}{dx}\right)_0$, sowohl als auch: ψx klein bleiben.

2) Falls $C_1 > 0$ ist und gleichzeitig
C_1 angenähert gleich ψx wird.

Je kleiner cet. par. ψ ist, umso ausgedehnter ist der Bereich kleiner Argumente. Im allgemeinen bleibt also $|y|$ in grösseren Gebieten klein, wenn gleichzeitig die Stromdichte und die an der auffangenden Elektrode vorhandene Feldstärke klein bleiben.

Für alle Stellen des Feldes, an denen

$|y|$ merklich kleiner als 1

vorausgesetzt werden darf, wird das Feld genügend genau durch:

$$E = -\frac{C_2 K\left(2\psi\frac{D}{k}\right)^{1/3}}{y^{2/3} C_2 K\, 3^{2/3} + 2} = -\frac{D}{k}\frac{1}{x+A} \tag{48}$$

dargestellt, wo:

$$A = -\frac{C_1}{\psi} + \frac{1}{C_2 \cdot K \cdot \psi^{1/3}}\left(2\frac{D}{k}\right)^{2/3}$$

ist und K der durch Γ-Funktionen bestimmte Zahlenfaktor:

$$K = 3^{1/3}\,{}^{\Gamma 5/3}/_{\Gamma 4/3} = 1{,}45802\ldots$$

ist. Die Entwicklung (48) ergibt sich unmittelbar aus (25) und den Definitionsreihen der Besselzchen Funktionen (46), wenn konsequent Glieder höher als zweiter Ordnung, gegenüber niedrigerer Ordnung in $E_P = \left(2(C_1 - \psi x)\right)^{1/2}$ vernachlässigt werden.

Die Feldkurve ist im vorliegenden Bereich mithin eine gleichseitige Hyperbel. Für die Stelle verschwindenden Argumentes $(y = 0)$ wird:

$$E_{(y)=0} = -(2D/k\,\psi)^{1/3}\, C_2 \cdot K = -C_2\left(\frac{3\varphi}{k}\right)^{1/3}\frac{\Gamma^5/_3}{\Gamma^4/_3}$$

d. h. also, die Funktion $\Theta(y)$ wächst in diesem Punkte so über alle Grenzen, dass $y^{1/3}\,\Theta(y)$ endlich bleibt (vergl. Fig. 1 und 4).

Die Potentialdifferenz zwischen zwei Stellen des Feldes wird unter den vorliegenden Voraussetzungen in erster Annäherung

$$V_2 - V_1 = D/k\, \log\frac{A + x}{A + x_1} \tag{49}$$

und das Feld in zweiter Annäherung nach (pag. 476—477):

$$E = -\frac{1}{A+x}\left[D/k + \chi\left[\frac{(A+x)^5 - A^5}{10\ (A+Bx)} - \frac{(A+x)^3 - A^3}{6\ (A+x)(dE/dx)}\right]_0\right] \quad (50)$$

Für praktische Untersuchungen an unipolaren Strömen wird neben (47) in erster Linie (48), (49), (50) in Betracht kommen.

c) Das Gebiet reeller Argumente.

Wird

$$\psi x > |C'_1|$$

so ist y stets reell; die durch E_p bezeichnete Grösse, sowie die Funktion $\Theta(y)$ dagegen rein imaginär (wegen der speziellen Wahl der Besselschen Funktionen. Nach (34) bleibt also für alle reellen Argumente y die Feldstärke reell. Für genügend kleine reelle Werte von y gelten natürlich die Formeln (48–50).

Im reellen Argumentsbereich, aber auch nur in diesem, wie man sofort allgemein an der Hand der vorhergehenden Formeln feststellen kann, gibt es Stellen verschwindender Feldstärke.

Allgemein sind diese Orte durch die Wurzeln y_i der transzendenten Gleichung

$$C_2\, J_{-2/3}(y_i) - J_{2/3}(y_i) = 0$$

bestimmt. Für solche Feldkurven, deren Ausgangsfeldstärke der Ungleichung (41) genügen, darf, wie früher gezeigt, für C_2 der Näherungswert $C_{2\infty} = 1$ benutzt werden. Die Feldstärke wird für alle diese Kurven zum ersten Male Null am Argumentwerte y_1 der kleinsten Wurzel von:

$$J_{-2/3}(y_1) - J_{2/3}(y_1) = 0$$

Durch bekannte Näherungsverfahren findet man:

$$y_1 = 0{,}685535$$

oder für die entsprechende Raumkoordinate:

$$x_1 = \frac{\left(2{,}056605\,\frac{8\pi j}{k}\,D/k\right)^{2/3} + E^2_0}{8\pi j}\,k \quad (52)$$

Die Dichte ϱ_2 bleibt in x_1, wie unmittelbar aus (31b) ersichtlich, endlich und zwar hat sie den Wert:

$$\varrho_2 = \frac{\psi}{4\pi}\,\frac{k}{D}\,\frac{1}{C \cdot v}(\psi x_1 - C_1) \quad (53)$$

Für dasjenige Feld, welches mit $y = 0$ in $x \sim 0$ ausgeht, ist nach (Tab. II) $C_2 = 0$; in diesem Falle ist die erste Stelle verschwindenden Feldwertes durch die kleinste Wurzel von:

$$J_{2/3}(y_1) = 0$$

gegeben, d. h. durch $y_1 = 0$.

Grosse reelle Argumente.

Für die Berechnung von $\Theta(y)$ im Gebiete grosser reeller Argumente gilt das gleiche wie für jene im Bereich grosser imaginärer Argumente ausgeführt wurde. Wir geben im nachfolgenden praktisch brauchbare Näherungsformeln unter der Voraussetzung, dass die Bedingungen für $x \sim 0$ der Forderung (41) genügen, sodass angenähert $C_2 = C_{2\infty} = 1$ genommen werden darf. Die Erweiterung auf den allgemeinen Fall lässt sich übrigens ebenfalls leicht durchführen.

Wir finden im vorliegenden Fall direkt aus (25), ohne den Umweg über die Näherungsformel (29), die gewünschte Näherungsformel für $\Theta(y)$ nach negativen Potenzen von y entwickelt, wenn wir von den semikonvergenten Reihenentwicklungen der Besselschen Funktionen:[21])

$$J_{1/3}(y) = \sqrt{\frac{2}{\pi y}}\left[\sin\left(y + \frac{\pi}{12}\right)s'_{1/3} + \cos\left(y + \frac{\pi}{12}\right)s''_{1/3}\right]$$

$$J_{-1/3}(y) = \sqrt{\frac{2}{\pi y}}\left[\sin\left(y + \frac{5\pi}{12}\right)s'_{1/3} + \cos\left(y + \frac{5\pi}{12}\right)s''_{1/3}\right]$$

$$J_{2/3}(y) = \sqrt{\frac{2}{\pi y}}\left[\sin\left(y - \frac{\pi}{12}\right)s'_{2/3} + \cos\left(y - \frac{\pi}{12}\right)s''_{2/3}\right]$$

$$J_{-2/3}(y) = \sqrt{\frac{2}{\pi y}}\left[\sin\left(y + \frac{7\pi}{12}\right)s'_{2/3} + \cos\left(y + \frac{7\pi}{12}\right)s''_{2/3}\right]$$

ausgehen, wo:

$$s'_{\nu = 1/3,\, 2/3} = 1 - \frac{(4\nu^2 - 1^2)(4\nu^2 - 3^2)}{2\,!\,(8y)^2} + \frac{(4\nu^2 - 1^2)(4\nu^2 - 3^2)(4\nu^2 - 5^2)(4\nu^2 - 7^2)}{4\,!\,(8y)^4} - \dots$$

$$s''_{\nu = 1/3,\, 2/3} = \frac{(4\nu^2 - 1^2)}{1\,!\,(8y)} - \frac{(4\nu^2 - 1^2)(4\nu^2 - 3^2)(4\nu^2 - 5^2)}{3\,!\,(8y)^3} + \dots$$

Hieraus folgt sofort für:

$$\Theta(y_1 C_{2\infty}) = \pm i \frac{s'_{2/3}\cot g\left(y + \frac{\pi}{4}\right) - s''_{2/3}}{s'_{1/3} - s''_{1/3} \cdot \cot g\left(y + \frac{\pi}{4}\right)} \tag{54}$$

---

21) Siehe *H. Nielsen,* Handbuch u. s. w. pag. 156.

Für unbegrenzt wachsendes y nähert sich dieser Ausdruck:

$$\lim_{y \to \infty} \Theta(y_1 C_{2\infty}) = \pm i \cot g\left(y + \frac{\pi}{4}\right) \qquad (54)_a$$

d. h., die strenge Gültigkeit der Ausgangsformeln vorausgesetzt, einer rein periodischen Funktion des Argumentes y, die zwischen $\pm\infty$ oszilliert.

Formel (54) gestattet eine sehr bequeme und zugleich genaue numerische Berechnung des Feldes; für gröbere Abschätzungen genügt sogar (54a) schon. Als Beispiel sei die Berechnung der Stelle verschwindender Feldstärke angeführt. Nach (52) verschwindet das Feld zum ersten Male für

$$y_1 = 0{,}69\,..$$

während der entsprechende nach (54) geschätzte Wert

$$y_1 = \frac{\pi}{4} = 0{,}79\,...$$

wird.

Die Feldstärke kann im reellen und endlichen Argumentbereich über alle Grenzen wachsen; allgemein werden Extremwerte von E erreicht, wo:

$$C_2 J_{1/3}(y) + J_{-1/3}(y) = 0$$

oder näherungsweise für $C_2 = C_{2\infty} = 1$ und grosses y, *wo:*

$$s'_{1/3} - s''_{1/3} \cot g\left(y + \frac{\pi}{4}\right) = 0$$

wird. Die kleinste Wurzel für die Integralkurven $C_2 \sim 1$ wird:

$$y'_1 = 2{,}326$$

während der nach $(54)_a$ geschätzte Wert:

$$y'_1 = \frac{3}{4}\pi = 2{,}355\,...$$

ist. Für die Integralkurven $C_2 \leqq 0$ ($|y_0| = 0$) (sehr kleine Ausgangs-Feldstärke) wird ein Extremwert von E für die kleinste Wurzel von

$$J_{-1/3}(y) = 0$$

d. h. angenähert für

$$y'_1 = 1{,}866\,...$$ [22])

zum ersten Male erreicht.

---

[22]) *Jahncke* u. *Emde* l. c. geben auf pag. 106 den von *Greenhill* berechneten, (Pr. Cambr. Phil. Soc. 468), von dem obigen merklich abweichenden Wert: 1,88.

Da die kleinsten „Wurzeln" der vorliegenden Besselschen Funktionen gelegentliches Interesse besitzen können, seien die von mir berechneten Werte mitgeteilt:

$$J_{-2/3}(y) = 0 \qquad y_1 = 1{,}243046$$
$$J_{-1/3}(y) = 0 \qquad y_1 = 1{,}866453$$
$$J_{2/3}(y) = 0 \qquad y_1 = 2{,}902587$$
$$J_{1/3}(y) = 0 \qquad y_1 = 3{,}37570$$

Im Gegensatze zum Gebiet imaginärer Argumente, in welchem die Ionendichte mit gegen Unendlich konvergierender Feldstärke gegen Null geht, wächst im reellen Bereich die Dichte nach (31)b mit Unendlich werdender Feldstärke ebenfalls über alle Grenzen. An den Stellen verschwindender Feldstärke besitzt die Dichte relative Minima, deren Beträge wie die entsprechenden Argumentwerte $y_i^{2/3}$, *d. h. wie* $(4x_i - C'_1)$ *oder im* $E-x$*-Diagramm linear ansteigen.*

Das Potential wird im Gültigkeitsbereich von (54) durch: (55)

$$V = 2\frac{D}{k}\left[{}^1/_6 \log y - \log\left[(\sin y + \cos y)\, s'_{1/3} - (\cos y - \sin y) s''_{1/3}\right]\right] + konst.$$

approximiert, welcher Ausdruck mit unbegrenzt wachsendem y in:

$$\lim_{y \succ \infty} V = 2\frac{D}{k}\left({}^1/_6 \log y - \log \sin\left(y + \frac{\pi}{4}\right)\right) + konst. \qquad (55)_a$$

übergeht.

Die physikalische Bedeutung des Verhaltens der Feldkurven im reellen Argumentbereich liegt zunächst in folgendem. Da Stellen unendlich grosser Feldstärke und Ionendichte auf Grund der einleitenden Voraussetzungen auszuschliessen sind, so folgt aus dem soeben allgemein abgeleiteten Resultat, dass schon für endliche reelle Argumentwerte die Feldstärke und Dichte über alle Grenzen wächst, eine allgemeine Beschränkung der räumlichen Dimensionen des Strömungsbereiches. *Bei vorgegebener endlicher Stromdichte kann der Abstand* x_2 *zwischen Quell- und Senkgebiet nicht willkürlich vorgegeben werden. Vielmehr muss unter allen Umständen das jeweilige* x_2 *kleiner als diejenige Koordinate* x_1 *bleiben, welche dem Argument* y_1 *entspricht, für welche die transzendente Gleichung:*

$$C_2 J_{1/3}(y_1) + J_{-1/3}(y_1) = 0$$

zum ersten Male identisch erfüllt wird. Da nun die Integralkurven im $E-y$-Diagramm allgemein zwischen den beiden, durch die Parameterpaare:

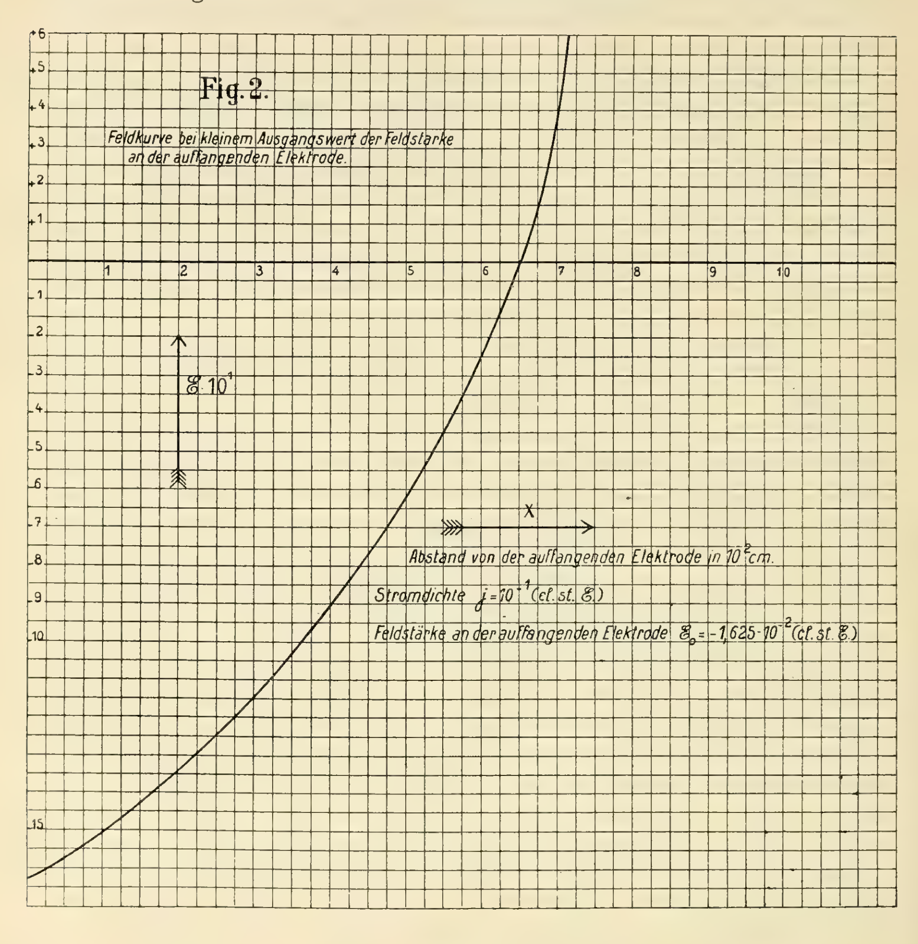
$$(C_1 = 0, \quad C_2 = 0) \qquad (C_1 = \infty, \quad C_2 = 1)$$

charakterisierten Grenzkurven liegen, für die erstere aber $y_1 = 1{,}87$, für die zweite $y_1 = 2{,}33$ wird, so folgt nach (37), dass ganz allgemein für den Abstand x_L zwischen Quelle und Senke die Ungleichung erfüllt sein muss:

$$k\,\frac{\left(y_m\,\frac{24\,\pi j}{k} D/k\right)^{2/3} + C'_1}{4\,\pi j} > x_L$$

wo y_m ein zwischen 1,87 und 2,33 liegender Zahlenwert ist und C_1 der entsprechende Parameterwert ist, der dem Intervall $0 - \delta$ ange-

hört. Der Wert δ ist durch die Voraussetzung (4)b festgelegt. Er muss im allgemeinen für normale Gasionen kleiner als 10^4 bleiben.



§ 6.

Zusammenfassung.

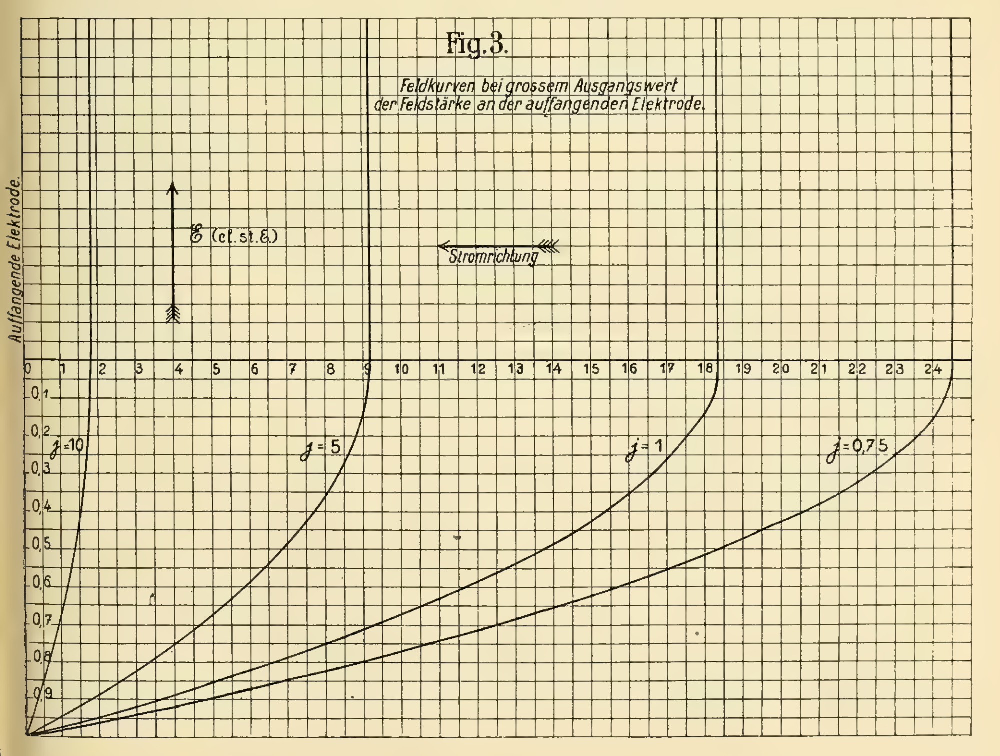
Es wird die Differentialgleichung für die stationäre, eindimensionale unipolare Strömung normaler Gasionen in einem dichten Gase unter Vernachlässigung von Wärmeleitung aus den allgemeinen gaskinetischen-hydrodynamischen Grundgleichungen aufgestellt. Die Zulässigkeit allgemeiner Grenzbedingungen für die Oberfläche eines in ein ionisiertes Gas eintauchenden Metalles wird diskutiert und nachgewiesen, dass die Annahme des Verschwindens von div. $\overline{E}$ an der

Grenze nur als Näherungswert angesehen werden darf, falls die Normalkomponente der Stromdichte j sehr klein bleibt. Es wird die Integration der Differentialgleichung bis zur zweiten Näherung durchgeführt und gezeigt, dass die erste Annäherung, welche der Vernachlässigung der von der Beschleunigung der Ionen abhängenden Terme entspricht, sich streng mittels Besselscher Funktionen darstellt.

Die hierdurch erreichte Annäherung des Feldes entspricht durchaus dem zurzeit möglichen Genauigkeitsgrade praktischer Messungen an stromleitenden Gasen; in den meisten Fällen geht sie sogar ganz erheblich über den letzteren hinaus.

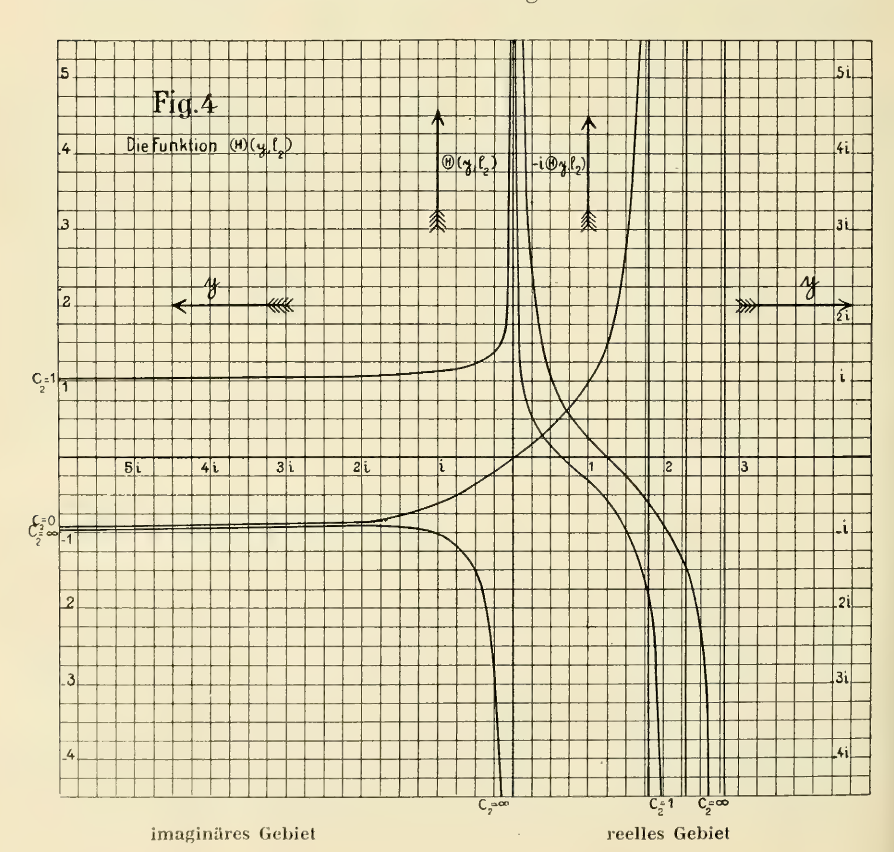
Es werden Tabellen der Besselschen Funktionen erster Art von den Ordnungen $^1/_3$, $-^1/_3$, $^2/_3$, $-^2/_3$ sowohl für reelles als rein imaginäres Argument mitgeteilt, mit deren Hilfe die numerische Berechnung des Feldes möglich wird.

Für sehr kleine und grosse Argumente der Besselschen Funktionen werden allgemeine, praktische Näherungsformeln entwickelt, mit deren Hilfe die Stromparameter relativ bequem ermittelt werden können, falls etwa Stromdichte und Potentialverlauf als durch Messung gegeben vorausgesetzt werden dürfen.



Es wird gezeigt, dass die Entfernung zwischen Quell- und Senkgebiet der Ionen bei vorgegebener Strömungsdichte unterhalb bestimmter, genau angebbarer Grenzen bleiben muss; annäherungsweise wächst der zulässige Abstand cet. par. umgekehrt wie die Stromdichte, direkt wie das Quadrat der Feldstärke an der Sinkstelle der Ionen und direkt wie die Beweglichkeit der Ionen.

Die im vorhergehenden mitgeteilten Formeln werden durch die Fig. 1—4 ergänzt; Fig. 1 gibt ein Bild der Integralkurven im $E-y$-Diagramm; diese besitzen im imaginären Argumentsbereich, der für die praktische Anwendung in erster Linie in Frage kommt, ein Minimum, das für die Kurve $C_2 = 0$ bei $y = 0$, für die Kurve $C_2 = 1$ bei $y = i\infty$ und $C_2 = \infty$ wieder im Endlichen, bei $y \sim i$ liegt. Wird die Annahme acceptiert, dass an der auffangenden Elektrode die Ableitung der Feldstärke nach der Feldkoordinate annäherungsweise verschwindet, so entspricht dem, dass jene Minimalstellen der auffangenden Elektrode zuzuordnen sind; die Feldkurve ist dann dem Kurventeile mit abnehmendem imaginärem bezw. zunehmendem



reellem Argument y zugeteilt. Für alle Integralkurven mit grösserem Ausgangsargument y_0 an der Elektrode wird das Feld in einigem Abstande von der Elektrode praktisch mit demjenigen identisch, das durch $C_2 = 1$ charakterisiert ist und das in Gebieten grösseren Argumentes parabelartig ist. Fig. 2 und 3 geben eine direkte quantitativ richtige Darstellung des Feldes für normale positive Luftionen für verschiedene spezielle Werte der Stromdichte und der Feldstärke an der auffangenden Elektrode. Fig. 4 gibt endlich eine graphische Darstellung der Funktion $\Theta(y_1 C_2)$, die als direktes Mass für die durch die Diffusion der Ionen herbeigeführte Deformation der Feldparabel angesehen werden kann.

Die im vorliegenden mitgeteilten Resultate lassen sich zur Behandlung des lichtelektrischen Stromes zwischen parallelen ebenen Platten und analoger unipolarer Stromleitungsvorgänge mit wesentlich flächenhaft verteilter Ionisation verwenden, sobald die Existenz eigentlicher negativer Ionen in der nach § 1 näher festgelegten Bedeutung gesichert ist. *Die allgemeinen Formeln für diese Phänome ergeben sich aus bestimmten Hypothesen über die Natur der Ionenerzeugung an der lichtelektrisch bestrahlten Platte etc.* Die Mitteilung der Ergebnisse der hierauf bezüglichen Untersuchungen muss an dieser Stelle unterbleiben.[23])

---

[23]) Zum Teil wurden diese schon vor Jahresfrist in einer Vorlesung über Gasionen und Elektronen mitgeteilt.

Manuskript eingegangen im März 1917.

Über Methylencampher und einige seiner Derivate.

Von

H. Rupe.

I. Camphorylidenaceton.

Bearbeitet mit *H. Takagi.*

Vor einem Jahre wurden von dem einen von uns zusammen mit *Martin Iselin*[1]) und mit *Ernst Burckhardt*[2]) mehrere Reihen von Abkömmlingen des *Methylencamphers* beschrieben. Die optische Untersuchung[3]) dieser die Ebene des polarisierten Lichtes stark drehenden Substanzen ergab manche neue, interessante Gesichtspunkte, sodass es sich bald als wünschenswert erwies, diese Arbeiten nach verschiedenen Richtungen fortzusetzen. Besonders reizvoll erschien die Lösung des Problemes, ein ungesättigtes Keton des Camphers, ausgehend von einem Derivate des Methylencamphers, darzustellen. Zur Erreichung dieses Zieles wurde folgender Weg eingeschlagen:

Claisen, Bishop und *Sinclair*[4]) haben in ihrer berühmten Arbeit über den *Oxymethylencampher* die *Camphorylidenessigsäure (Methylencampher-Carbonsäure)* beschrieben:

$$C_8H_{14}\begin{cases} C = CH - COOH \\ | \\ CO \end{cases}$$

Wir konnten die Darstellungsmethode dieses Körpers verbessern, stellten sein Chlorid dar, und liessen darauf diese Substanz auf Natrium-Malonsäureester einwirken. Bei dieser Reaktion konnte bloss eine Verbindung in reiner Form erhalten werden, welche durch

---

1) *Rupe* u. *Iselin.* Ber. **49**. 25. (1916.)

2) *Rupe* u. *Burckhardt.* Ber. **49**. 2547. (1916.)

3) Diese Untersuchungen sind noch nicht vollkommen abgeschlossen, sie werden deshalb erst später im Zusammenhang mit andern Arbeiten veröffentlicht werden.

4) Annalen **281**. 387. (1894.)

Kondensation von zwei Molekeln des Säurechlorides mit 1 Mol. Malonsäureester entstanden war:

$$2\,C_8H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH \cdot CO\,Cl\\ \;\;|\\ \diagdown CO\end{array} + Na_2\,C(CO_2C_2H_5)_2 \cdot$$

$$\begin{array}{l}C_8H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH - CO\\ \;\;|\\ \diagdown CO\end{array}\\ C_8H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH - CO\\ \;\;|\\ \diagdown CO\end{array}\end{array}\!\!\begin{array}{l}\diagdown\\ \diagup\end{array} C \begin{array}{l}\diagup CO_2\,C_2\,H_5\\ \diagdown CO_2\,C_2\,H_5\end{array} + 2\ NaCl.$$

Bisher hatte man einen derartigen Verlauf der Reaktion nur bei sehr stark ungesättigten (sauren) Resten feststellen können,[5]) aber schon in einer früheren Arbeit[6]) ist von *E. Burckhardt* gezeigt worden, dass der Campherrest sich wie eine sehr stark saure Komponente verhält. Es gelang aber trotzdem, durch Verseifung diese hochmolekulare Substanz aufzuspalten zu dem gesuchten *Keton* (1) und zu *Methylencamphercarbonsäure* (2):

$$\left(C_8\,H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH \cdot CO\\ \;\;|\\ \diagdown CO\end{array}\right)_2 = C(CO_2\,C_2\,H_5)_2$$

$$+ 2\,H_2O = C_8H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH - CO - CH_2 - CO \cdot CH = C\diagdown\\ \;\;| \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \;\; C_8\,H_{14}\\ \diagdown CO \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad OC\diagup\end{array}$$

$$+ 2\,CO_2 + 2\,C_2\,H_5\,OH$$

$$C_8\,H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot CH = C\diagdown\\ \;\;| \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \;\; C_8\,H_{14} + H_2O =\\ \diagdown CO \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad OC\diagup\end{array}$$

$$C_8\,H_{14}\begin{array}{l}\diagup C = CH - CO \cdot CH_3\\ \;\;|\\ \diagdown CO \qquad\quad 1.)\end{array} + \begin{array}{l}CO\,OH \cdot CH = C\diagdown\\ \qquad\qquad\quad\;\; | \;\; C_8\,H_{14}\\ \qquad\qquad\quad OC\diagup\\ \qquad\qquad\qquad 2.)\end{array}$$

Das Keton *Camphorylaceton* konnte von dem bei der Hydrolyse des Dicamphorylidenacetyl-Malonsäureester entstandenen Camphorylidenessigsäureäthylester nicht vollkommen getrennt werden.[7]) Bei den Versuchen, diesen Ester zu verseifen, wurde das Keton weitgehend verändert (kondensiert und polymerisiert). Dagegen konnte leicht das *Semicarbazon* des Ketones erhalten werden, wie die Analysen zeigen, war es vollkommen rein, aber es zeigte sich dermassen widerstandsfähig allen Versuchen gegenüber, es durch Hydrolyse zu spalten, dass auch auf diesem, sonst immer zum Ziele führenden Wege, das Camphorylidenaceton nicht rein zu erhalten war.

---

[5]) Vergl. *Lellmann* u. *Schleich*, B. **20.** 434. *Reissert.* Ber. **29**. 633.

[6]) *Rupe* u. *Burckhardt.* Ber. **49.** 2548. (1916.)

[7]) Die Analysen ergaben immer ca. 1% Kohlenstoff zu wenig.

Bei der Zersetzung des Dicamphorylidenacetylmalonsäureesters durch Kochen mit Schwefelsäure in alkoholischer Lösung entstand als Nebenprodukt eine schön kristallisierende, gelbe Substanz von verhältnismässig hohem Schmelzpunkt. Der Analyse nach ist sie ein *Kondensationsprodukt* von *2 Mol. Camphorylidenaceton,* entstanden unter Abspaltung von 1 Mol. H_2O:

$$C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot CO \cdot CH = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} \cdot CH = C \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ CO \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad OC\end{cases}C_8H_{14}$$

Lässt man das Chlorid der Methylencamphercarbonsäure auf Natriumacetessigester einwirken, so erhält man den *Dicamphorylidenacetylacetessigester:*

$$\left(C_8H_{14}\begin{cases}C = CH - CO \\ | \\ CO\end{cases}\right)_2 = C\begin{cases}CO \cdot CH_3 \\ CO_2C_2H_5\end{cases}$$

der beim Kochen mit Schwefelsäure neben Methylencamphercarbonsäure das *gleiche Keton* liefert: $+ 3\,H_2O = C_{12}H_{16}O_3$

$$+ CO_2 + C_2H_5OH + CH_3CO_2H + C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot CO \cdot CH_3 \\ | \\ CO\end{cases}$$

Die Doppelbindung der $\alpha \cdot \beta$ ungesättigten Methylencamphercarbonsäure lässt sich leicht unter Aufnahme von 2 Atomen Wasserstoff reduzieren, man erhält die gesättigte *Camphorylessigsäure:*

$$C_8H_{14}\begin{cases}CH - CH_2CO_2H \\ | \\ CO\end{cases}$$

Die Reduktion lässt sich mit Natriumamalgam durchführen, besonders leicht verläuft sie direkt mit Wasserstoff bei Gegenwart von Nickel.

Bei dem Versuche, das Chlorid der Methylencamphercarbonsäure mit Zink und Essigsäure zu reduzieren, wurde eine merkwürdige Reaktion beobachtet. Sie wurde durch einen Zufall entdeckt, dann konnten die Versuchsbedingungen lange nicht mehr aufgefunden werden, bis es sich zeigte, dass nur sehr wenig Essigsäure angewendet werden darf, dafür aber Chlorwasserstoff nötig ist. Dabei entsteht ein *gemischtes Anhydrid der Essigsäure und der Methylencamphercarbonsäure,* dann aber wird letztere zur *gesättigten Säure reduziert:*

$$C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot CO\boxed{Cl + H}OCO \cdot CH_3 = \\ | \\ CO\end{cases}$$

$$= C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot CO \cdot O \cdot CO \cdot CH_3 \\ | \\ CO\end{cases} \qquad (+ HCl)$$

$$+ H_2 = C_8H_{14}\begin{cases}CH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O \cdot CO \cdot CH_3 \\ | \\ CO\end{cases}$$

Da diese Reaktion nicht ohne Chlorwasserstoff verläuft, so wirkt das zunächst entstandene Chlorzink wohl als Katalysator, ähnlich wie bei der Synthese von *Zinke* (Darstellung von Benzolhomologen). Die Konstitution dieser Verbindung konnte sicher durch quantitative Aufspaltung zu den beiden Säuren festgestellt werden.

Camphoryliden-3-essigsäure (Methylencamphercarbonsäure) (3)

Claisen[8]) sagt, man könne das Cyanhydrin (2) aus dem Oxymethylencampher (1) mit Blausäure erhalten

$$C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot OH \\ | \\ CO\end{cases} + HCN = C_8H_{14}\begin{cases}CH \cdot CH(OH) \cdot CN \\ | \\ CO\end{cases} = C_8H_{14}\begin{cases}C = CH \cdot COOH \\ | \\ CO\end{cases}$$

(1) (2) (3)

doch sei dieses Verfahren nicht zu empfehlen. Es ist aber entschieden der beste Weg zur Gewinnung dieses Körpers, da die Darstellung von Blausäure und das Arbeiten damit ihre Schrecken verloren haben.

In einem mit Rückflusskühler und Chlorcalciumrohr versehenen Kolben von 75 ccm Inhalt löst man 10 g Oxymethylencampher unter Schütteln in 25 ccm frisch bereiteter wasserfreier Blausäure. Dann wirft man rasch eine Messerspitze fein gepulvertes Cyankalium in den Kolben, nach wenigen Sekunden tritt Reaktion ein, die Blausäure beginnt zu sieden. Nach beendigter Reaktion lässt man das gut verkorkte Kölbchen im Dunkeln 10—12 Stunden stehen. Man giesst jetzt auf Eis, saugt nach 2—3 Stunden die fest gewordene Masse ab, wäscht mit Wasser gut aus, presst zwischen Fliesspapier ab und trocknet im Vacuum. Zur Reinigung kristallisiert man aus einem Gemische von 2 Teilen Benzol und 3 Teilen Benzin um. Weisse seidenglänzende Nadeln vom Schmpt. 119—120^0 (*Claisen* gibt 122^0 bis 123^0 an). Die Ausbeute beträgt (Rohprodukt) 9,38 g = 81,5 $^0/_0$ der Theorie.

Die Verseifung zur Säure (3) (mit gleichzeitiger Wasserabspaltung) führten wir nach Claisen's Methode aus durch Erhitzen des Nitriles mit Eisessig-Salzsäure im Rohre, da hierbei nur wenig Druck entsteht, so konnte mit weiten Glasröhren gearbeitet werden. Ein Ansatz bestand aus 35 g Cyanhydrin, 105 g (109 ccm) Eisessig und 70 g (68 ccm) rauchender Salzsäure, erhitzt wurde zuerst während einer Stunde auf 115^0, dann 2 Stunden lang auf 120—122^0. Der feste Inhalt der Röhren wurde auf eine Nutsche gebracht und abge-

---

[8]) *Claisen.* A. **281**. 387. (1894.)

sogen, Ausbeute 27,4 g (77,7 %) der Theorie). Aus Benzin umkristallisiert zeigte die Verbindung den von *Claisen* angegebenen Schmpt. 100—102°. Aus dem stark mit Wasser verdünnten Filtrate schieden sich noch einige Gramm der Säure aus, das Filtrat davon wurde ausgeäthert, der Äther abdestilliert und das hinterbleibende Öl in flachen Schalen stehen gelassen. Allmählich bildeten sich darin Kristalle, die zuerst auf Ton gestrichen, dann in Sodalösung mit Tierkohle gekocht wurden. Nach dem Ansäuren konnte auf solche Weise noch etwas von der Methylencamphercarbonsäure gewonnen werden, die unreine Säure wurde zweckmässig zur Darstellung des Esters benützt.

Chlorid der Camphoryliden-3-Essigsäure

$$C_8H_{14}\begin{cases} C = CH \cdot CO \cdot Cl \\ \vert \\ CO \end{cases}$$

43,5 g der Säure lösten wir in 40 g Thionylchlorid, wobei keine Reaktion zu beobachten war und liessen über Nacht unter Chlorcalciumverschluss stehen. Tags darauf erwärmten wir noch eine Stunde lang bei 40°, hierbei trat starke Salzsäureentwicklung ein. Das überschüssige Thionylchlorid destillierten wir unter vermindertem Drucke bei ca. 40° ab, dann das Chlorid, das unter 13 mm bei 140° bis 141° überging. Das Öl erstarrte bald zu einem Magma von schönen weissen, derben Nadeln, deren Schmelzpunkt bei 34—35° lag.

0,2469 g Sbstz. = 0,1577 g AgCl.
$C_{12}H_{15}O_2Cl$ Ber. Cl 15,65. Gef. 15,80.

Camphoryl-3-Essigsäure (Methylcamphercarbonsäure)

$$C_8H_{14}\begin{cases} CH - CH_2 \cdot COOH \\ \vert \\ CO \end{cases}$$

In eine Pulverflasche von 400 ccm bringt man eine Lösung von 16 g Camphorylidenessigsäure in der nötigen Menge Soda, kühlt mit Eis gut ab und trägt allmählich 150 g Natriumamalgam von 3 % in grossen Stücken unter fortwährendem gutem Rühren ein. Wenn alles Amalgam verbraucht ist, wird die vom Quecksilber abdekantierte Lösung mit verdünnter Schwefelsäure schwach sauer, dann mit Soda wieder alkalisch gemacht und mit Kaliumpermanganatlösung bis zur bleibenden Rotfärbung versetzt. Dann wird mit Bisulfit entfärbt, angesäuert und gründlich mit Äther extrahiert. Nach dem Abdestillieren des Äthers bleiben weisse Kristalle zurück in einer Ausbeute von 16,15 g. Die neue Säure bildet nach dem Umkristallisieren aus Benzin sehr kleine, prismatische Kristalle vom Schmpt. 83—84°. Leicht löslich in den gebräuchlichen Lösungsmitteln, ausgenommen in Wasser und kaltem Benzin.

0,1611 g Sbstz. = 0,4051 g CO_2 0,1227 g H_2O.
$C_{12}H_{18}O_3$ Ber. C. 68,52 H 8,63
Gef. 68,57 8,52.

Die Reduktion der ungesättigten Säure kann auch sehr gut mit Wasserstoff durchgeführt werden bei Gegenwart von fein verteiltem Nickel als Katalysator unter gewöhnlichem Drucke und bei Zimmertemperatur. Dazu löst man 5 g der Säure in soviel verdünnter Kalilauge, sodass die Lösung ungefähr neutral ist und nur ganz schwach alkalisch auf Lackmus reagiert. Man fügt dann, in einer Kohlensäure-atmosphäre, 25 g frisch reduziertes Nickel dazu (den gleichen Katalysator wie er zur Reduktion des Oxymethylencamphers benützt wurde, siehe die folgende Abhandlung), verdrängt die Kohlensäure durch Wasserstoff und schüttelt nun unter Einleiten von Wasserstoff, in einer geeigneten Schüttelflasche. Die Reduktion verläuft sehr rasch, da schon nach 11—12 Minuten die berechnete Menge Wasserstoff gleich 538 ccm H_2, aufgenommen wird.

Zeit in Minuten	5	10	15	18
Verbrauchter H_2 in ccm	336	486	602	648

Die Lösung wurde vom Nickel durch Filtration getrennt, das Nickel zweimal mit Wasser ausgewaschen, die vereinigten Filtrate säuerte man mit verdünnter Salzsäure an und schüttelte sie mit Äther aus. Nach dem Verdampfen des Äthers blieben 5 g Säure zurück, ganz beständig gegen Permanganat; aus Benzin kristallisierte sie in kleinen Prismen, welche bei 83—84^0 schmolzen. Mit der Säure gemischt, die durch Reduktion vermittelst Natriumamalgam hergestellt worden war, zeigte der Schmelzpunkt keine Erniedrigung.

Äthylester der Camphoryl-3-essigsäure.

Wir kochten 14,5 g der Säure während 8 Stunden mit 50 ccm absolutem Äthylalkohol und 2 g reiner konzentrierter Schwefelsäure unter Rückfluss. Dann destillierten wir 25 ccm Alkohol ab, gossen den Rest in Eiswasser, machten mit Soda alkalisch und ätherten aus.

Unter einem Drucke von 10 mm destillierte der Ester bei 154 bis 155^0, zur Analyse wurde ein Produkt verwendet, das unter 10,5 mm konstant bei 155^0 kochte.

0,1786 g Sbstz. = 0,4623 g CO_2 und 0,1478 g H_2O.
$C_{14}H_{22}O_3$ Ber. C 70,54 H 9,31
Gef. 70.60 9.26

Der Ester ist ein dünnflüssiges Öl, schwerer als Wasser, von schwachem, aromatischem, an Acetessigester erinnerndem Geruche.

Reduktion des Chlorides der Camphorylidenessigsäure: Anhydrid der Camphoryl-3-essigsäure und der Essigsäure.

$$C_8H_{14}\begin{cases} CH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O \cdot CO \cdot CH_3. \\ | \\ CO \end{cases}$$

Bei einem Versuche, das Chlorid der Camphorylidenessigsäure in Eisessiglösung mit Zinkstaub zu reduzieren, wurde ein schön kristallisierender, halogenfreier Körper erhalten, der bei ca. 118^0 schmolz. Später gelang es längere Zeit nicht mehr, unter denselben Versuchsbedingungen diese Substanz darzustellen. Da das für die erste Probe benützte Säurechlorid möglicherweise noch etwas Thionylchlorid enthielt, so wurde dem Reduktionsgemenge ein Tropfen von diesem Reagens zugesetzt, tatsächlich konnte auf diese Weise der neue Körper wieder erhalten werden, wenn auch in schlechter Ausbeute; sie wurde etwas besser, als statt Thionylchlorid ein Tropfen konzentrierte Salzsäure hinzugefügt wurde. Wir arbeiteten nun zunächst so, dass wir mit Salzsäuregas gesättigten Eisessig anwandten, auf 1 Chlorid 6 ccm Eisessig, aber das Resultat liess noch viel zu wünschen übrig. Endlich fanden wir, dass möglichst wenig Essigsäure genommen und in Benzollösung gearbeitet werden muss, und so kamen wir schliesslich zu folgendem Verfahren:

In eine Lösung von 9 g Methylencamphercarbonsäure-Chlorid in 30 g trockenem Benzol und 7,5 ccm Eisessig leitet man gasförmige Salzsäure bis zur Sättigung. Zu der in einem mit Rückflusskühler versehenen Kolben befindlichen Mischung fügt man eine kleine Menge Zinkstaub, worauf sofort eine heftige Reaktion einsetzt, welche bis zum Sieden der Flüssigkeit führt. Man wartet, bis diese Wirkung nachlässt und fährt dann mit dem Eintragen des Zinkes fort, bis 30 g davon verbraucht sind, dann erwärmt man noch eine halbe Stunde auf dem Dampfbade. Nun rührt man mit Wasser durch, dekantiert vom Zinkschlamm ab, wäscht diesen zweimal gründlich mit Wasser und Äther durch und vereinigt alle diese Flüssigkeiten. Nachdem man durch Zugabe einiger Tropfen Salzsäure basisches Zinksalz in Lösung gebracht hat, zieht man mit Äther aus, wäscht den Äther sorgfältig mit Sodalösung und destilliert ihn nach dem Trocknen über Magnesiumsulfat ab. Die zurückbleibende weisse Kristallmasse beträgt nach dem Trocknen 6 g. Durch Umkristallisieren aus Benzin erhält man weisse, feine Nadeln oder grosse durchsichtige Tafeln, welche bei 118—120^0 schmelzen. Der Körper ist leicht in den gebräuchlichen Lösungsmitteln löslich, ausgenommen in Wasser und in kaltem Benzin.

0,1702 g Sbstz. = 0,4157 g CO_2 u. 0,1207 g H_2O.
0,1830 g Sbstz. = 0,4483 g CO_2 0,1307 g H_2O.
$C_{14}H_{20}O_4$ Ber. C 66,62 H 7,99
Gef. 66,61 · 66.81. 7,94. 7,99.

Bestimmung des Molekelgewichtes (kryoskopisch) 0,1891 g Sbstz. gelöst in 13,25 g Benzol bewirkten eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,29°.

$C_{14}H_{20}O_4$ Ber. Mol. Gew. 252. Gef. 246.

4 g des reinen Körpers erhitzten wir während 5 Stunden mit 25 ccm methylalkoholischem Kali (1 : 2) und 5 ccm Äthylalkohol am Rückflusskühler. Darauf versetzten wir mit Wasser, verdampften den Alkohol, machten mit Phosphorsäure sauer und trieben die Essigsäure mit Wasserdampf über (unter Benützung eines Reitmeyeraufsatzes). Das Destillat wurde auf einen Liter aufgefüllt. Durch Titration mit $^1/_{10}$ n Natronlauge konnten wir feststellen, dass 1,2 g Essigsäure bei dieser Verseifung entstanden waren, während 0,95 g berechnet waren. Die Lösung des Natriumacetates dampften wir auf ein kleines Volumen ein, versetzten mit Silbernitratlösung, das Silbersalz wurde dreimal aus Wasser umkristallisiert. Die Analyse stimmte auf Silberacetat.

0,2033 g Sbstz. 0,1744 g AgCl.
$C_2H_3O_2$ Ag. Ber. Ag. 64,63. Gef. 64,57.

Der Rückstand im Destillierkolben wurde ausgeäthert, die nach dem Abdestillieren des über Magnesiumsulfat getrockneten Äthers hinterbleibende Säure wog 3,1 g, berechnet = 3,3 g. Aus Benzin umkristallisiert bildete sie schöne weisse Prismen, welche den Schmelzpunkt der Camphoryl-3-essigsäure, 83—84° besassen, das Gemisch mit dieser Säure zeigte keine Schmelzpunktserniedrigung.

Wir versuchten dann noch, dieses gemischte Anhydrid synthetisch darzustellen durch Einwirkung des Chlorides der Camphorylessigsäure auf trockenes Natriumacetat. Das Säurechlorid wurde erhalten durch Auflösen von 10 g der Säure in 10 g Thionylchlorid und einstündiges Erwärmen auf 40°. Unter 13 mm Druck destillierte die Verbindung als schwach gelbes Öl bei 158,5—160° über. Indessen gelang es nicht, auf diesem Wege das neue gemischte Anhydrid zu erhalten.[9])

[9]) Das umgekehrte Verfahren: Einwirkung von Acetylchlorid auf das Natriumsalz der Camphorylessigsäure wurde noch nicht benützt. Die Konstitution des gemischten Anhydrides kann als sicher bewiesen gelten.

Di-[Camphoryliden-3-acetyl]Malonsäureester
[Di-Methylencamphercarbonyl-]Malonsäureester

$$\begin{array}{l} C_8H_{14}\begin{cases} C=CH\diagdown \\ | \qquad\qquad CO\diagdown \qquad \diagup CO_2C_2H_5 \\ CO \qquad\qquad\quad C \end{cases} \\ \qquad\qquad\qquad\quad CO\diagup \qquad \diagdown CO_2C_2H_5 \\ C_8H_{14}\begin{cases} C=CH\diagup \\ | \\ CO \end{cases} \end{array}$$

Der Natrium-Malonester muss für diese Synthese besonders sorgfältig dargestellt werden. 3,5 g staubfein gekörntes Natrium werden portionenweise zu 29,2 g Malonester gegeben, der in 30 ccm Äther gelöst ist. In einem mit Tropftrichter, Rückflusskühler und Rührwerk versehenen Dreihalskolben wird, anfangs unter Kühlung, eine Stunde kräftig gerührt, dann wird noch 2 Stunden auf der Maschine geschüttelt, bis keine Natriumkügelchen mehr zu beobachten sind. Unter Kühlung und starkem Rühren lässt man dann 20 g des Camphorylidenessigsäure-Chlorides gelöst in 50 ccm Äther eintropfen. Die Reaktion ist nur schwach, doch nimmt der Natriumsalzbrei allmählich eine orangegelbe Farbe an. Nun wird noch eine Stunde unter Erwärmen auf dem Wasserbade gerührt, dann wird mit Eiswasser zersetzt und die Ätherschicht abgehoben, die wässrige Lösung wird noch zweimal mit Äther ausgeschüttelt, die Extrakte vereinigt man. Nach dem Abdestillieren des Äthers wird mit Wasserdampf unveränderter Malonsäureester abgetrieben, der Rückstand in Äther wieder aufgenommen und mit Magnesiumsulfat getrocknet. Das Lösungsmittel wird verjagt, und das zurückbleibende Öl in einer Schale im Vacuum-Exsiccator stehen gelassen, es scheiden sich allmählich Kristalle ab. Sie werden auf Ton von Schmieren befreit (zweckmässig lässt man in einer Benzol-Atmosphäre stehen) und aus Benzin umkristallisiert. Feine, schwach gelbe Nadeln vom Schmpt. 90—91° oder kleine zu Sternen vereinigte Prismen.

0,1656 g Sbstz. = 0,4182 g CO_2, 0,1090 g H_2O. 0,1631 g Sbstz. = 0,4130 g CO_2, 0.1096 g H_2O.

$C_{31}\cdot H_{40}O_8$ Ber. C 68.85 H 7.46

Gef. 68.87. 69,06. 7,37. 7,52.

Molekulargewichtsbestimmung (kryoskopisch) 0,1836 g Sbstz. in 10,69 g Benzol gaben eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,170°. 0,1612 g Sbstz. in 10,30 g Benzol gaben eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,157°.

$C_{31}H_{40}O_8$ Ber. Mol. Gew. 540,3. Gef. 504. 498.

Der Körper ist leicht löslich in reinem Alkohol, in Benzol, Äther, Chloroform, Eisessig, ziemlich schwer in kaltem Benzin. Zum Umkristallisieren eignet sich Benzin oder verdünnter Alkohol.

Die wässrige alkalische Lösung, die, wie oben beschrieben, bei der Synthese dieses Körpers entstand, wurde mit Phosphorsäure angesäuert, ausgeäthert und der Äther dreimal mit Soda ausgeschüttelt. Aus der Sodalösung konnten nach dem Ansäuren und Ausäthern 0,5 g Methylencamphercarbonsäure gewonnen werden.

Camphoryliden-3-aceton.

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH \cdot CO \cdot CH_3 \\ | \\ CO \end{array}\right.$$

30 g der Malonsäureester-Verbindung, 100 ccm Schwefelsäure von 50 % und 200 ccm Alkohol wurden 96 Stunden lang am Rückflusskühler gekocht, die Farbe der Lösung wurde schliesslich dunkelbraun. Während der ganzen Dauer des Kochens konnte die Abspaltung von Kohlensäure festgestellt werden. Darauf goss man in Wasser, neutralisierte mit Sodalösung und destillierte mit Wasserdampf zuerst den Alkohol über, dann das Keton. Im Kolben blieb eine braune, körnige Substanz zurück.

Das Destillat zog man mit Äther aus, trocknete mit geglühtem Magnesiumsulfat und destillierte nach dem Entfernen des Äthers unter vermindertem Drucke. Die rohe Substanz ging unter 10 mm Druck von 145—152° über, die Hauptmenge von 151—152°. Die Ausbeute betrug 10 g, bei einem andern Versuche, wo 10 g des Esters, 40 ccm Schwefelsäure und 127 ccm Alkohol angewandt wurden, betrug sie 5 g.

Die bei der Wasserdampfdestillation im Destillierkolben verbliebene Flüssigkeit wurde durch Filtration von den darin suspendierten braunen Körnern (Ketonkondensationsprodukt, siehe weiter unten) getrennt, durch Ausäthern konnten daraus noch 0,13 g desselben Körpers erhalten werden. Dann wurde etwas eingedampft und angesäuert, es fielen weisse Nadeln aus, die nach dem Umkristallisieren aus Benzin bei 100—102° schmolzen, also aus Methylencamphercarbonsäure bestanden. Das Filtrat wurde ausgeäthert, auf diese Weise konnte ihm noch der Rest der Säure entzogen werden. Im ganzen wurden 2,3 g davon erhalten. (Theoretisch wären 3,8 g der Säure zu erwarten gewesen, es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass diese durch das lange Kochen mit Schwefelsäure teilweise weiter zersetzt wurde.)

Das rohe Keton unterwarfen wir einer sehr sorgfältigen fraktionierten Destillation unter vermindertem Drucke in einem Claisen-

kolben, dessen zweite Röhre bedeutend verlängert und mit kleinen Glasröhren-Stückchen (*Raschig'schen* Ringen) gefüllt war. Die Fraktion 151—152⁰ (unter 10 mm Druck) wurde analysiert, immer wieder fraktioniert und analysiert, aber der Kohlenstoffgehalt blieb immer um 1 Prozent unter dem berechneten, dasselbe war der Fall mit den Vor- und Nachläufen.

0,1826 g Sbstz. = 0,4994 g CO_2 u. 0,1176 g H_2O.
$C_{13}H_{18}O_2$ Ber. C 75,67 H 8,80
Gef. 74,59 8,73.

Der Körper bildet ein hellgelbes, schwach aromatisch riechendes Öl. Es ist kein Zweifel, dass das Keton durch einen zweiten Körper verunreinigt war, der denselben Siedepunkt hat, dies kann nur der Äthylester der Camphorylidenessigsäure sein. Denn diese Säure entsteht ja bei der Verseifung des Malonesterderivates mit Schwefelsäure und Alkohol. Tatsächlich konnten wir feststellen, dass der (bisher noch unbekannte) Ester unter 10 mm Druck bei 150—152⁰ siedet.

Wir versuchten daraufhin, das Keton durch sein Semicarbazon zu reinigen.

Semicarbazon $C_8H_{14}\langle {C=CH\cdot C(CH_3)=N\cdot NH\cdot CO\cdot NH_2 \atop |\ CO}$

15 g Keton (Rohprodukt) wurden mit einer konzentrierten wässrigen Lösung von 9 g Semicarbazidchlorhydrat vermischt, mit Alkohol bis zur klaren Lösung geschüttelt, worauf 9 g festes Kaliumacetat hinzugefügt wurden. Das Semicarbazon scheidet sich rasch aus, nach zweitägigem Stehen wurde scharf abgesogen und getrocknet, Ausbeute: 7 g (aus dem Filtrate fiel auf Zusatz von Wasser ziemlich viel Öl aus). Zum Umkristallisieren löst man in heissem Alkohol und fügt etwas Wasser dazu. Zu Büscheln vereinigte prismatische Nadeln oder kleine durchsichtige Plättchen. Schmpt. 223—224⁰ unter Zersetzung.

0,1806 g Sbstz. = 0,4239 g CO_2 0,1320 g H_2O
0,1738 g Sbstz. = 0,4077 g CO_2 0,1276 g H_2O
0,1555 g Sbstz. = 22,7 ccm N (20⁰, 736,4 mm) 0,2360 g Sbstz. = 34,1 ccm N (19,5⁰, 740 mm)
$C_{14}H_{21}O_2N_3$ Ber. C 63,83 H 7,98 N 15,97
Gef. 64,01 · 63,98 8,17 · 8,02 16,07 · 16,08.

Aus diesen Analysen geht hervor, dass wir das Semicarbazon des vollkommen reinen Camphorylidenacetones in Händen hatten, leider aber war daraus das reine Keton nicht zu gewinnen, denn alle Ver-

suche scheiterten an der erstaunlichen Beständigkeit des Semicarbazones gegenüber verseifenden Mitteln. Tagelanges Kochen mit 10—25-prozentiger Schwefelsäure in alkoholischer Lösung war ganz wirkungslos; die Substanz wurde dann mit 50 $^0/_0$iger Schwefelsäure zerrieben, worin sie sich grösstenteils auflöste und auf dem Wasserbade unter Zusatz von wenig Alkohol drei Stunden lang erwärmt. Die Aufarbeitung ergab aber neben ziemlich viel unverändertem Semicarbazon und Schmieren nur eine sehr kleine Menge eines braunen Öles. Nun wurde das Semicarbazon in einer Mischung von 5 Teilen Eisessig und 1 Teil 50-proz. Schwefelsäure zum Kochen erhitzt. Nach einer Stunde war der grösste Teil der Verbindung noch unverändert, bei längerem Erhitzen aber entstanden bloss Schmieren.

Von der Spaltung des Semicarbazones wurde zunächst abgesehen und dafür versucht, das Keton vom Ester zu befreien, indem dieser verseift wurde. 19 g Keton, 16 ccm methylalkoholisches Kali (1 : 2) und 16 ccm Alkohol wurden vermischt, unter Selbsterwärmung färbte sich die Lösung tief dunkelrot. Dann kochte man drei Stunden am Rückflusskühler. Nach dem Erkalten wurde angesäuert, es fiel eine halbfeste Masse aus, von der sich ein Teil in verdünnter Natronlauge auflöste. Aus dieser Lösung schieden sich beim Ansäuern Kristalle aus, nach dem Umkristallisieren aus verdünnter Essigsäure zeigten sie den Schmelzpunkt der Camphoryliden-3-Essigsäure. Auch der Misch-Schmelzpunkt mit dieser Säure war der gleiche (100–102°). Damit war bewiesen, dass dem Keton der Ester dieser Säure beigemengt ist. Wenngleich nun auch der Ester durch Verseifung leicht entfernt werden konnte, so liess sich doch das Keton auch auf diesem Wege nicht rein erhalten, da es durch die Wirkung des Alkalis vollständig zu harzigen Massen kondensiert wird.[10]) Versuche, das Keton über das Oxim zu reinigen, verliefen ebenfalls resultatlos, das Oxim widersteht der Verseifung ebenso wie das Semicarbazon.

Di-[Camphoryliden-3-acetyl]-Acetessigester

$$\begin{array}{l} C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH \cdot CO \\ \vert \\ CO \end{array}\right. \quad \searrow \quad \nearrow CO \cdot CH_3 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad C \\ C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH \cdot CO \\ \vert \\ CO \end{array}\right. \quad \nearrow \quad \searrow CO_2C_2H_5 \end{array}$$

Zu 2,5 g fein gekörntem Natrium, suspendiert in 200 ccm Äther, wurden in demselben Apparate, wie er zur Darstellung des Malonsäureester-Derivates benutzt wurde, unter gutem Rühren 17 g frisch

[10]) Wir sind jetzt damit beschäftigt, das Keton auf einem ganz andern Wege darzustellen.

destillierter Acetessigester getropft. Nach Vermischen mit weitern 100 g Äther wurde sodann noch zwei Stunden auf der Maschine geschüttelt und über Nacht stehen gelassen. Unter starkem Rühren liess man nun 20 g des Säurechlorides, gelöst in 30 ccm Äther, langsam hinzufliessen, zur Vollendung der Umsetzung erwärmte man noch zwei Stunden auf dem Dampfbade. Die orangefarbene Masse wurde mit Eiswasser zersetzt, der Äther abgehoben, abdestilliert und der Rückstand mit Wasserdampf behandelt, um noch vorhandenen Acetessigester zu entfernen. Dann wurde wiederum in Äther aufgenommen, nach dem Abdestillieren des Extraktionsmittels blieb ein braunes Öl zurück, in dem sich allmählich Kristalle bildeten. Sie liessen sich, durch Abpressen auf Ton von anhaftendem Öle befreit, aus Alkohol gut umkristallisieren. Weisse, feine, wollige Nadeln vom Schmelzpunkt 149—150°. Ziemlich schwer löslich in kaltem Alkohol und Benzin, leicht löslich in heissem Alkohol und Benzin, ferner in Benzol und Chloroform.

0,1574 g Sbstz. = 0,4097 g CO_2, 0,1045 g H_2O
0,2189 g Sbstz. = 0,5686 g CO_2, 0,1482 g H_2O.
$C_{30}H_{38}O_7$ Ber. C 70,54 H 7,50
Gef. 70.98. 70.80 7,43. 7,57.

Molekulargewichtsbestimmung (kryoskopisch) 0,2644 g Sbstz. in 13,89 g Benzol ergaben eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,150°. 0,1923 g Sbstz. in 13,214 g Benzol ergaben eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,143°.

$C_{30}H_{38}O_7$ Ber. Mol. = 510,3 Gef. 490,2. 508,8.

Zur Verseifung des Acetessigesterderivates wurden 6,5 g mit 20 ccm Schwefelsäure von 20 % und so viel Alkohol als nötig war zur Lösung bei Siedetemperatur, während 7 Stunden gekocht. Dann wurde ausgeäthert, der Äther mit Magnesiumsulfat getrocknet usw. Bei der Destillation ging ein gelbliches Öl unter 9,5 mm Druck von 140—152° über, die Hauptmenge bei 147°. Bei einem zweiten Versuche wurden 24,4 g des Esters, gelöst in 120 ccm Sprit mit 50 ccm Schwefelsäure von 50 %, während 96 Stunden gekocht. Das Produkt der Verseifung lieferte ein Semicarbazon, das nach dem Umkristallisieren aus Alkohol bei 223—224° unter Zersetzung schmolz. Den gleichen Schmelzpunkt zeigt auch das Semicarbazon des Ketons aus dem Malonesterderivat, und der Schmelzpunkt des Gemisches zeigt keine Erniedrigung. Die beiden Ketone sind demnach identisch.

$$\text{Keton} = C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH \cdot CO \cdot CH = C(CH_3) \cdot CH = C \\ | \\ CO \end{array}\right. \qquad \left.\begin{array}{r} \\ | \\ OC \end{array}\right\rangle C_8H_{14}.$$

Bei der Wasserdampfdestillation des durch Aufspaltung des Malonesterderivates erhaltenen Ketones blieben im Destillierkolben braune, feste Körner zurück, die, nach dem Abfiltrieren, Auswaschen und Trocknen in heissem Alkohol gelöst wurden. Auf Zusatz von etwas Wasser schieden sich bald hübsche Kristalle aus. Nach mehrmaligem Umkristallisieren bildet der Körper blassgelbe Blättchen oder kurze derbe Prismen vom Schmpt. 151—152°. Er ist ziemlich schwer löslich in kaltem Alkohol und Benzin, leicht in Benzol.

0,1780 g Sbstz. = 0,5183 g CO_2, 0,1427 g H_2O
0,1748 g Sbstz. = 0,5068 g CO_2, 0,1317 g H_2O
0,1674 g Sbstz. = 0,4860 g CO_2, 0,1299 g H_2O

$C_{26}H_{34}O_3$ Ber. C. 79.13 H 8,69
Gef. 79.40. 79,08. 79.18 8,97. 8,43. 8,68.

Bestimmung des Molekulargewichtes (kryoskopisch) 0,1784 g gelöst in 12,400 g Benzol, Gefrierpunktserniedrigung: 0,175°.

$C_{26}H_{34}O_3$ Ber. Mol. = 394,2. Gef. 411,0.

Versetzt man eine alkoholische Lösung des Körpers mit einem Tropfen Natronlauge, so färbt sich die Lösung tief dunkelblau.

II. Die Reduktion des Oxymethylencamphers.

Bearbeitet mit *H. Takagi* und *A. Akermann.*

Die Darstellung eines leicht zugänglichen, stark optisch aktiven primären Alkoholes ist seit langer Zeit ein Postulat der experimentellen Stereochemie. Bis jetzt ist dieses Problem noch nicht vollkommen gelöst worden, die in Frage kommenden Alkohole sind entweder nicht genügend stark drehend, in reinem Zustande sehr schwer zugänglich, wie der optisch aktive Amylalkohol z. B., oder aber nicht immer mit Sicherheit in genügender Menge zu beschaffen, wie etwa das sonst sehr brauchbare *Myrtenol.*[11]) Vor einiger Zeit versuchten *Rupe* und *Bürgin* den verhältnismässig leicht zu erhaltenden Pulegensäureester zu einem primären Alkohol zu reduzieren,[12]) das Reduktionsprodukt zeigte aber eine zu schwache Drehung. Der Ester der jetzt bequem zu erhaltenden *Campholsäure* wurde von dem einen von uns zusammen mit Jantsch[13]) reduziert, der so gewonnene Alkohol

---

11) Vergl. *Rupe.* Ann. **409**. 344. (1915.)
12) *Rupe* u. *Bürgin.* Ber. **43**. 1228. (1910.)
13) Noch nicht veröffentlichte Arbeit.

besass eine starke optische Drehung, aber seine Darstellung in grösseren Mengen begegnet bedeutenden Schwierigkeiten.

Durch Einwirkung von Ameisensäureestern bei Gegenwart von Natrium auf optisch aktive cyclische Ketone nach der Methode von *Claisen* und seiner Schüler entstehen die Oxymethylenverbindungen, wie z. B. der *Oxymethylencampher* $C_8H_{14}\langle{}^{C=CH\cdot OH}_{CO}$ (C und CO durch Bindestrich verbunden)

Gelänge es in diesen meist leicht zugänglichen Verbindungen die Doppelbindung zu reduzieren, so käme man zu primären optisch aktiven Alkoholen (Ketoalkoholen). Die Reduktion des Oxymethylencamphers mit Natrium und Alkohol ist seinerzeit schon von den Farbwerken Höchst a/M., vormals Meister, Lucius und Brüning, ausgeführt worden,[14] dabei entstand das *Camphylglycol* $C_8H_{14}\langle{}^{CH\cdot CH_2\cdot OH}_{CH\cdot OH}$

Wie der eine von uns fand, erhält man bei der Reduktion des Oxymethylencamphers mit Natriumamalgam unter verschiedenen Bedingungen komplizierte Produkte, über welche später berichtet werden soll.

Im Jahre 1912 unternahmen *Kötz* und *Schaeffer*[15]) die Reduktion der Oxymethylenverbindungen mit Wasserstoff bei Gegenwart von Palladium oder Platin nach dem Verfahren von Paal und von Skita. Dabei wurde die interessante Tatsache gefunden, dass diese Reduktionsmethode *Methylketone* liefert, indem nach der Ansicht der Autoren zunächst unter Reduktion der Doppelbindung Ketoalkohole entstehen, dann aber werden unter Wasserabspaltung Methenketone gebildet, welche darauf weiter hydriert werden zu Methylketonen.

$$\begin{matrix}\diagdown C=CH-OH \\ | \\ \diagup CO\end{matrix} + H_2 = \begin{matrix}\diagdown CH\cdot CH_2OH \\ | \\ \diagup CO\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}\diagdown C=CH_2 \\ | \\ \diagup CO\end{matrix} + H_2O \rightarrow + H_2$$

$$= \begin{matrix}\diagdown CH\cdot CH_3 \\ | \\ \diagup CO\end{matrix}$$

Nur bei der Reduktion des *Oxymethylendihydrocarvones* konnte als Nebenprodukt in schlechter Ausbeute der Ketoalkohol in Form seiner Benzoylverbindung erhalten werden. Auch konnte eine vollkommene Hydrierung nie erreicht werden. *Oxymethylencampher* liess sich überhaupt nicht mit Wasserstoff und Palladium oder Platin reduzieren, und *Kötz* und *Schaeffer* nehmen an, dass dieser negative Befund

---

14) D. R. P. 123909. (1901.)

15) *Kötz* u. *Schäffer*. B. **45**. 1952. (1912.) J. prakt. Chemie. **88**. 604. (1913.)

zurückzuführen sei „auf den stark sauren Charakter dieser Verbindung und die geringe Additionsfähigkeit ihrer Doppelbindung".

Diese Erfahrungen von *Kötz* und *Schaeffer* bewogen uns, die Reduktion des *Oxymethylencamphers* zum Ketoalkohol mit Wasserstoff und Nickel zu versuchen, wir waren dabei von Erfolg begünstigt, da diese Hydrierung bei Zimmertemperatur und unter gewöhnlichem Drucke vollständig in der gewünschten Richtung gelang.

Wenn wir absehen von den Versuchen von *Sabatier* und *Senderens*, so ist Nickel in der letzten Zeit häufig zur Reduktion mit Wasserstoff benützt worden, besonders seitdem *W. Normanns*[16]) die wichtige Entdeckung machte, dass flüssige Fette durch katalytische Reduktion vermittelst fein verteiltem Nickel und Wasserstoff in feste umgewandelt, d. h. „gehärtet" werden können. Dabei wird in den ungesättigten Säuren die doppelte Bindung der flüssigen Fette hydriert. Enthalten die Fette Oxysäuren, wie z. B. Ricinolsäure, so wird häufig die Hydroxylgruppe ebenfalls reduziert, oder aber sie wird abgespalten. Die interessanten Versuche von *Jurgens* und *Meigen*[17]) zeigen, dass beide Reaktionen neben einander verlaufen und von der Temperatur abhängen, bei niederer Temperatur (unterhalb 200°) wird in den Ricinolsäureestern nur die Doppelbindung abgesättigt, bei höherer Temperatur wird auch die Hydroxylgruppe rasch reduziert. Das gleiche könnte also auch der Fall gewesen sein bei den Reduktionen der Oxymethylenverbindungen von *Kötz* und *Schaeffer*.

Brochet[18]) führte Hydrierungen mit Nickel und Wasserstoff aus unter sehr hohen Drucken — 15 Kilo pro cm^2 — oder auch bei höherer Temperatur (300°), so z. B. die Reduktion von Zimtsäure, Octen und Anethol, während es *Haller* und *Cornubert*[19]) gelang, Benzylidenderivate des Cyclopentanons mit Nickel und Wasserstoff bei gewöhnlichem Drucke und bei Zimmertemperatur zu reduzieren. Ebenso hat vor kurzem *Kelber*[20]) erfolgreich mit fein verteiltem Nickel ohne Träger und auf Träger verschiedene ungesättigte Substanzen mit Wasserstoff bei Zimmertemperatur und ohne Überdruck reduziert, während es *Windaus*[21]) gelang, Cholesterin bei 200° mit Wasserstoff in Gegenwart von Nickel zum γ-Cholestanol zu hydrieren.

---

16) D. R. P. Nr. 141029. (1902.)

17) *Jurgens* u. *Meigen*, Chemische Umschau auf dem Gebiete der Fette, Oele, Wachse u. Harze. **1916**. **1**.

18) *Brochet*. C. r. **158**. 1351. (1914.) **159**. 190. (1914.)

19) *Haller* u. *Corunbert*, C. r. **159**. 398. (1914.)

20) *Kelber*. Ber. **49**. 55. (1916.)

21) *Windaus*. Ber. **49**. 1724. (1916.)

Einige Versuche zeigten uns, dass Wasserstoff bei Gegenwart von frisch reduziertem Nickel tatsächlich Oxymethylencampher zum primären Ketoalkohol zu reduzieren vermochte, doch verlief die Reduktion langsam und blieb zunächst unvollkommen. Wir stellten dann verschiedene Präparate dar von Nickel auf Träger, benützten dazu die von Kelber empfohlenen Substanzen: Tierkohle, geglühter Kieselguhr, Talk, doch waren wir mit dem Ergebnisse dieser Versuche noch nicht zufrieden. Den gewünschten Erfolg hatten wir aber schliesslich, als wir folgendermassen verfuhren: Tonteller-Stücke werden möglichst fein pulverisiert,[22]) und 100 g dieses Pulvers mit 250 g Nickelsulfat (krist. technisch) gelöst in 400 ccm Wasser zu einem dünnen Brei verrieben, dann lässt man unter kräftigem Turbinieren konzentrierte Sodalösung zufliessen bis zur alkalischen Reaktion, oder die berechnete Menge verdünnter Natronlauge. Im ersteren Falle wird ein basisches Nickelkarbonat erhalten, im zweiten Nickelohydroxyd, das letztere liefert den wirksamsten Katalysator. Man kocht sodann mit 2–3 Liter Wasser auf, giesst in viel kaltes Wasser, dekantiert von dem Niederschlage ab und saugt letzteren ab oder noch besser man zentrifugiert ihn. Das Verfahren wird wiederholt, bis die Masse keine alkalische Reaktion zeigt. Man trocknet zunächst auf dem Wasserbade, dann im Xylolbade bei 139^0 und zerreibt im Mörser zu einem staubfeinen Pulver. Zur Reduktion benutzen wir einen einfachen elektrischen Ofen. Um eine Röhre aus Kupfer ist ein Widerstandsdraht gewickelt, die Röhre selbst steckt in einer weiteren Röhre, der Zwischenraum ist mit Kieselguhr ausgefüllt. In der Kupferröhre liegt ein Glasrohr, dessen Dimensionen so bemessen sind, dass ca. 100—120 g des Ton-Nickelpulvers bequem darin Platz finden und noch genügend Raum bleibt zum Durchleiten des Wasserstoffes. Das an beiden Enden mit Gummistopfen verschlossene Glasrohr besitzt eine Schalteinrichtung, die es möglich macht, den Wasserstoff abwechselnd von beiden Seiten einzuleiten, was unbedingt nötig ist; das Gas, einer Bombe entnommen, wird zuerst durch Waschflaschen mit Permanganatlösung, dann durch konzentrierte Schwefelsäure und durch einige Chlorcalciumröhren geleitet. Zum Heizen wird Einphasen-Wechselstrom von 110 Volt benützt. Durch viele Vorversuche wurde festgestellt, dass die günstigste Temperatur zur Reduktion dieses Katalysators 370—380^0 beträgt, dafür war bei unserer Einrichtung eine Stromstärke von ca. 5,8—6 Amp. nötig. Da der Wechselstrom mittags und abends grossen Schwankungen unterworfen ist — bis zu 15 Volt — so wurde noch

---

[22]) Wir benützen dazu eine einfache Kugelmühle aus einer eisernen Quecksilberflasche bestehend, in der einige Stahlkugeln rotieren.

ein Widerstandsregulator eingeschaltet, mit dessen Hilfe es gelang, den Strom bei tagelangem Dauerbetriebe auf ca. 0,2 Amp. konstant zu halten, dies entspricht ungefähr einer Temperaturschwankung von 10–15°. An eines der aus dem Ofen herausragenden Enden des Glasrohres ist mit einer einfachen Klammer ein 20 cm langes Holzstück aufgeschraubt, ein langsam laufendes, durch einen kleinen Motor angetriebenes Exzenterrad hebt und senkt diesen Hebelarm, dadurch wird das Pulver im Innern des Rohres beständig hin und her geschüttelt und gut durchgemischt. Diese einfache Einrichtung ermöglicht nicht nur eine viel gründlichere Reduktion, sondern sie spart vor allem Zeit, da der Reduktionsprozess damit um ca. 12 Stunden abgekürzt wird. Zur vollständigen (oder wenigstens genügenden) Reduktion sind 24 Stunden nötig. Man lässt dann zuerst im Wasserstoff-, dann im Kohlensäurestrom ganz erkalten. Das auf solche Weise erhaltene schwarze bis schwarz-braune Pulver, das an der Luft sich sogleich entzündet und verglimmt, enthält ungefähr 33 % Nickel. Es kann, in mit Kohlensäure gefüllten Glasröhren eingeschmolzen, scheinbar beliebig lange aufbewahrt werden, ohne viel von seiner Wirksamkeit zu verlieren; mit einer Probe, welche $6^1/_2$ Monate aufbewahrt blieb, konnte Oxymethylencampher nur wenig langsamer, als mit frisch bereitetem Katalysator, vollständig reduziert werden.

Zur Hydrierung des Oxymethylencamphers verwenden wir Drechsel'sche Gaswaschflaschen, an deren Einleitungsröhren zwei Reitmeyer'sche Aufsätze (Kugeln) angeschmolzen sind, um das Überspritzen beim Schütteln zu vermeiden; der Wasserstoff wird unter einem kleinen Überdruck von ca. 1,30 m Wassersäule eingeleitet,[23]) während die Flasche auf einer Maschine rasch geschüttelt wird. Der Oxymethylencampher wurde gewöhnlich in der 10-fachen Menge 50 %igen Alkohols gelöst, doch kann man ihn auch als neutrales Natriumsalz in wässriger Lösung hydrieren. Die Geschwindigkeit der Wasserstoffanlagerung hängt sehr von der Menge des Katalysators ab, sie geht viel rascher, wenn auf ein Teil des Methylencampherderivates 2 Teile des Nickelpulvers angewendet werden, als z. B. bei dem Verhältnis 1 : 1; trotzdem versuchten wir später mit möglichst wenig Katalysator auszukommen, um möglichst viel Substanz damit reduzieren zu können. Das Einfüllen des Nickelpulvers in die Schüttelflasche geschieht in einer Kohlensäureatmosphäre.

50 g Oxymethylencampher in 500 ccm Alkohol von 50 % 90 g Katalysator.

---

[23]) Nötig ist dieser kleine Ueberdruck nicht, wir wenden ihn hauptsächlich an, um Undichtigkeiten der Apparate zu kompensieren.

Zeit in Minuten	5	10	15	25	35	45	55	80
Wasserstoff in ccm	1465.	2900.	4005.	4896.	5130.	5375.	5620.	6255.

berechnet: 6227 ccm.

3 g Oxymethylencampher in 30 ccm verd. Natronlauge 9 g Katalysator.

Zeit in Minuten	5.	10.	45	150	200.	422.	1142
Wasserstoff in ccm	65.	145.	190	240	250	300.	400

berechnet: 373 ccm.

39 g Oxymethylencampher in 50 %igem Alkohol, 52 g Katalysator.

Zeit in Minuten	5	10	20	30	60	120	180	240	480
Wasserstoff in ccm	650	1290	2370	3070	3425	3700.	3925	4135	4853

berechnet: 4852 ccm.

105 g Oxymethylencampher in 700 ccm Alkohol von 50 % und 105 g Katalysator.

Zeit in Minuten	5	15	45	60	120	180	300	470	755
Wasserstoff in ccm	1320.	3360	7260	7690.	8300	8690	9410	10000	11560

berechnet: 13062 ccm.

Zu diesem Versuche muss bemerkt werden: Bei dieser hohen Konzentration der Oxymethylencampher-Lösung und der verhältnismässig kleinen Menge Katalysator wurden scheinbar nach ca. 12 Stunden nur 90 % der berechneten Menge Wasserstoff aufgenommen. Trotzdem wurden bei der Aufarbeitung nur 0,1—0,2 g unveränderter Oxymethylencampher zurückgewonnen. Die Sache verhält sich nämlich so: Beim Verdrängen der Luft aus dem Schüttelgefässe durch Wasserstoff beim Beginne des Versuches, wobei mehrere Liter Wasserstoff durchgeleitet werden, findet bereits eine ziemlich beträchtliche Reduktion statt, sodass in diesem besonderen Falle die Hydrierung wahrscheinlich schon nach 9—10 Stunden beendigt war.

Einfluss des *Eisens*. Da das Tonpulver etwas eisenhaltig ist, so wurde es anfangs mit Salzsäure ausgekocht zur Entfernung des Eisens. Dann kam ein Versuch, bei welchem auf 25 g Tonpulver 62 g krist. Nickelsulfat und 2,6 g Eisenvitriol angewendet wurden; mit 26 g dieses Katalysators reduzierte man 11 g Oxymethylencampher, die berechnete Menge von 1370 ccm Wasserstoff war nach 85 Minuten aufgenommen, die Reduktion war somit ganz normal verlaufen. Als dagegen auf 40 g Nickelsulfat 10 g krist. Ferrosulfat genommen wurden, konnte die Reduktion von 10 g Oxymethylencampher nicht zu Ende geführt werden, die Aufnahme des Wasserstoffs ging von

Anfang an viel zu langsam und hörte schliesslich ganz auf, nachdem $^2/_3$ der berechneten Menge verbraucht worden waren. Da wir ferner ein etwas kupferhaltiges Nickel zu verarbeiten hatten, so musste auch der Einfluss des *Kupfers* festgestellt werden. Beim ersten Versuche kamen auf 10 g Oxymethylencampher 20 g Katalysator, der 1,5–2$^0/_0$ Kupfer enthielt in Bezug auf das Ni. Damit verlief die Reduktion in 4 Stunden, also bedeutend langsamer als mit kupferfreiem Präparate. Zu einem zweiten Versuche wurden auf 67 g Oxymethylencampher 92 g Katalysator angewendet, der (auf Nickel bezogen) ca. 2,5$^0/_0$ Kupfer enthielt. Die Reaktion verlief von Anfang an sehr langsam, als 38$^0/_0$ der berechneten Menge Wasserstoff nach 15 Stunden aufgenommen waren, hörte die Reduktion vollkommen auf. Es geht hieraus hervor, dass zur Katalyse bestimmtes Nickel schon durch geringe Kupfermengen „vergiftet" wird.

Nach beendigter Hydrierung wird der Alkohol mit Wasserdampf übergetrieben (starker Geruch nach Acetaldehyd), dann wird die rückständige wässrige Lösung mit dem Nickel und Tonpulver, das die Hauptmenge des Carbinols wie ein Schwamm festgesogen hat, in einem Extraktionsapparate mit Äther gründlich ausgezogen. Der Äther wird, zur Entfernung von suspendiertem Nickel, mit verdünnter Säure gewaschen, dann mit etwas verdünnter Natronlauge durchgeschüttelt zur Entfernung kleiner Mengen von unverändertem Oxymethylencampher,[24]) schliesslich über geglühtem Magnesiumsulfat getrocknet.

Bei der Destillation unter 10,5 mm Druck lieferten 172 g Rohcarbinol, welche aus 173 g Oxymethylencampher dargestellt worden waren, folgende Fraktionen:

(1) 87—88° = 20,9 g. (2) 81—136° = 8,1 g. (3) 136—143° = 134 g.

Da Fraktion (2) grösstenteils aus Carbinol besteht, so beträgt die Ausbeute an diesem ca. 80$^0/_0$ der Theorie. Fraktion (1) lässt sich nur durch sehr langsames, sorgfältiges Destillieren ganz abtrennen. Der Ketoalkohol, das *Camphylcarbinol,* siedet unter 9 mm Druck bei 139—140°, bei 10 mm: 141—142°, unter 11 mm: 143—144° F. i. D. Zur Analyse wurde eine durch sechsmaliges Fraktionieren gereinigte Probe benützt.

0,1760 g Sbstz. = 0,4685 g CO_2, 0,1566 g H_2O.
0,1769 g Sbstz. = 0,4694 g CO_2, 0,1555 g H_2O.

$C_{11}H_{18}O_2$	Ber.	C. 72,47.	H 9.96
	Gef.	72,60. 72,41.	9.96. 9.84.

---

24) Manchmal konnten bloss Spuren davon nachgewiesen werden, in der Regel aber waren es einige Decigramme.

Molekulargewichtsbestimmung (kryoskopisch) in Benzol.

0,2353 g Sbstz. in 13,23 g Benzol ergaben eine Gefrierpunktserniedrigung von 0,476⁰.

$C_{11}H_{18}O_2$ Ber. Mol. Gew. 182,1. Gef. 186,7.

Der Körper bildet eine farb- und geruchlose Flüssigkeit von glyzerinartiger Konsistenz, seine Dämpfe riechen schwach campherartig, der Geschmack ist bitter-brennend. Etwas im Wasser löslich, ein Teil Carbinol in ungefähr 90 Teilen Wasser von Zimmertemperatur.

Da der bei der Reduktion von Oxymethylencampher als Nebenprodukt entstandene niedrig siedende Körper (Methylencampher, siehe unten) nur durch häufig wiederholtes mühsames Fraktionieren von Camphylcarbinol vollständig zu trennen ist, so zogen wir es vor, dieses durch seine *Chlorcalciumverbindung* zu reinigen. Zu diesem Zwecke wird die rohe, nicht destillierte Substanz mit dem gleichen Gewichte fein gepulverten Chlorcalciums innig verrieben, bis eine harte Masse entstanden ist. Man lässt 24 Stunden stehen, zerreibt die Chlorcalciumverbindung unter trockenem Benzol, saugt ab und wäscht dreimal mit Benzol gründlich nach. Die gut abgepresste Substanz wird mit wenig Wasser geschüttelt, bis alles Feste gelöst und der Ketoalkohol sich als Öl abgesondert hat.

Bei der Destillation unter 9 mm wurden aus 32 g Rohcarbinol 28,8 g vom Siedepunkt 138—141⁰ erhalten, ohne jeden Vorlauf.

Benzoylderivat.

Es war noch näher zu prüfen, ob das Reduktionsprodukt des Oxymethylencamphers ganz einheitlich ist. Denn bei dieser Hydrierung wird ein neues asymmetrisches Kohlenstoffatom gebildet, sodass also mehrere stereoisomere Formen entstehen können, wenngleich eine vielfache Erfahrung auf diesem Gebiete uns lehrt, dass häufig in solchen Fällen nur eine Form gebildet wird.[25]) Deshalb wurde der Benzoesäureester dargestellt.

18,2 g Camphylcarbinol, gelöst in 12 g Pyridin[26]) (Pyridin I, Kahlbaum), wurden unter Eiskühlung tropfenweise mit 21 g Benzoylchlorid versetzt, unter häufigem Schütteln, dann wurde noch einige

[25]) So haben z. B. *Haller* und seine Schüler bei der Reduktion der Methylencampher-Derivate mit Natriumamalgam anscheinend nie ein zweites Stereoisomeres gefunden, die gleiche Erfahrung machten auch *Rupe* u. *Iselin*.

[26]) Ein Ueberschuss von Pyridin ist zu vermeiden, da sonst schmierige ölige Produkte entstehen.

Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Die ziemlich harte Masse wurde mit Wasser und wenig verdünnter Salzsäure verrieben, abgesogen und getrocknet, das Rohprodukt wog 24,8 g. Zum Umkristallisieren löste man in heissem Alkohol und gab vorsichtig Wasser dazu bis zur beginnenden Kristallisation. Der Körper bildet glänzende, farblose Platten oder anscheinend vierkantige, häufig an einem Ende zugespitzte Prismen, vom Schmpt. 95—97⁰. Ziemlich schwer löslich in kaltem Alkohol und Benzin, leicht in Benzol und Äther.

0,1473 g Sbstz.: 0,4065 g CO_2. 0,1005 g H_2O.
$C_{18}H_{22}O_3$ Ber. C. 75,48 H 7,75
Gef. 75,28. 7,63.

Das Benzoylderivat kann auch nach der Methode von *Schotten-Baumann* hergestellt werden, doch sind dann die Ausbeuten weniger befriedigend.

Verseifung des Benzoylderivates.

Unerwarteter Weise machte die Verseifung des Benzoesäureesters Schwierigkeiten. Sie verläuft zwar sehr rasch beim Kochen mit alkoholischem Kali, doch wurde dabei keine Spur des Ketoalkoholes erhalten, sondern nur ein sehr konstant unter 100^0 siedender Körper. Es wurde deshalb die berechnete Menge Kali (in Alkohol gelöst) zu der kochenden alkoholischen Lösung allmählich in Portionen gegeben, das Resultat war dasselbe. Die berechnete Menge Benzoesäure konnte leicht zurückgewonnen werden (für 7,5 g verseiftes Benzoylderivat ber. Benzoesäure = 3,2 g, gefunden: 3,1 g), aber daneben entstand bloss ein Körper vom Schmpt. 10 mm : 88—90^0.

Mit Säuren dagegen geht die Verseifung sehr langsam. Wurden 18,5 g des Benzoylesters mit 50 ccm 50-prozentiger Schwefelsäure und so viel Alkohol als gerade zur Lösung nötig, unter Rückfluss 6 Stunden gekocht, so war immer noch etwas unveränderter Ester vorhanden. Es wurde in Wasser gegossen, ausgeäthert, der Äther gründlich mit Soda ausgeschüttelt und über Magnesiumsulfat getrocknet. Beim Destillieren wurden 4,5 g Ketoalkohol erhalten, daneben 7,5 g eines Gemisches von Benzoesäureäthylester und Methylencampher. Unter dem Einflusse der Schwefelsäure war also aus dem Alkohol Wasser abgespalten worden.

Ausserdem konnten noch 2,5 g der nicht verseiften Benzoylverbindung zurückgewonnen werden. Als aber 20 g des Benzoylderivates mit demselben Gemische 15 Stunden lang gekocht worden waren, konnte zwar keine unveränderte Substanz mehr aufgefunden werden, dafür aber waren 12,8 g des niedrig siedenden Gemisches entstanden, neben bloss 4,0 g Camphylcarbinol. Das aus dem Benzoylderivate er-

haltene Präparat besass denselben Siedepunkt wie das aus der Chlorcalciumverbindung dargestellte.

Für die optische Untersuchung dieser Substanzen wurde die Rotationsdispersion für die 4 Lichtarten C, D, E (grüne Quecksilberlinie $\lambda = 546,3\ \mu\mu$) und F bestimmt. Alle Körper sind rechtsdrehend.

I. Camphylcarbinol, durch Destillation gereinigt.

5 cm-Rohr. $d_4^{20} = 1,0502$.

	C	D	E	F	$\frac{F}{C}$	$\lambda\alpha$
α_{20}	48,64°	65,24°	81,57°	119,17°		
$[\alpha]_{20}$	46,31°	62,11°	77,67°	113,48°	2,45	578,9

II. Camphylcarbinol aus der Chlorcalciumverbindung.

5 cm Rohr. $d_4^{20} = 1,0502$.

	C	D	E	F	$\frac{F}{C}$	$\lambda\alpha$
$[\alpha]_{20}$	48,78°	65,34°	81,64°	119,62°		
α_{20}	46,45°	62,22°	77,74°	113,90°	2,45	578,2

III. Camphylcarbinol, aus dem Benzoylester durch Verseifung dargestellt. 5 cm Rohr. $d_4^{20} = 1,0502$.

	C	D	E	F	$\frac{F}{C}$	$\lambda\alpha$
α_{20}	51,60°	69,02°	86,58°	126,88°		
$[\alpha]_{20}$	49,13°	65,73°	82,44o	120,82°	2,45°	578

Während ein durch sorgfältige Destillation gereinigtes Präparat sich von einem aus der Chlorcalciumverbindung gewonnenen optisch kaum unterscheidet, so dreht die Substanz, welche durch Verseifung des Benzoylderivates dargestellt wurde, etwas stärker, wenn auch die Unterschiede in Anbetracht des grossen Drehungsvermögens nicht bedeutend sind. Immerhin ist nur die letztere Verbindung als vollkommen optisch rein zu betrachten. Bei der Reduktion des Oxy-

methylencamphers wird ein neues asymmetrisches Kohlenstoffatom gebildet bei *

$$C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH \cdot HO \\ | \\ CO \end{array}\right. \rightarrow C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} \overset{*}{C}H - CH_2 - OH \\ | \\ CO \end{array}\right.$$

sodass das Auftreten von wenigstens zwei neuen stereoisomeren Formen theoretisch zu erwarten ist. Zwar ist in sehr vielen Fällen bei dergleichen Operationen nur eine Form aufgefunden worden, es ist aber nicht ausgeschlossen, dass bei dieser Reduktion in kleiner Menge ein zweites Stereoisomeres entstand, welches durch die Chlorcalciumverbindung natürlich nicht abzutrennen ist, sondern erst beim Umkrystallisieren der Benzoylverbindung entfernt wurde.

Was nun $\lambda\alpha$, die „charakteristische Wellenlänge" betrifft, so ist sie etwas kleiner, als bei den Derivaten des Methylencamphers, *Camphylcarbinol:* 578,5 $\mu\mu$, *Methylencampher-Derivate*: 596 $\mu\mu$. Das heisst, dass die Kurve der Rotationsdispersion, welche ja durch $\lambda\alpha$ charakterisiert wird, für den Ketoalkohol ein wenig steiler verläuft, weil $\lambda\alpha$ mehr nach Blau verschoben ist. Im allgemeinen entspricht das einem mehr ungesättigten Charakter, doch lässt sich darüber vorläufig noch nicht viel sagen, erst muss noch eine Reihe von Abkömmlingen dieser neuen Verbindung polarimetrisch untersucht werden.

Bromwasserstoffsäure-Ester des Camphylcarbinols

$$(\text{Camphylbrommethan})C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l} CH - CH_2. Br. \\ | \\ CO \end{array}\right.$$

In einer Pulverflasche, durch deren Stopfen ein Tropftrichter und ein Rührer geführt sind, werden 20 g Camphylcarbinol allmählich unter kräftigem Rühren mit 23 g Phosphortribromid (1,5 Mol.) versetzt, wobei mit Eiswasser gekühlt wird. Die Mischung wird bald dick-gelatinös, schliesslich scheiden sich Kristalle aus. Man rührt noch 2 Stunden weiter und fügt dann Eis hinzu, das Bromid fällt als weisses, schweres Pulver aus. Nach dem Absaugen und Auswaschen trocknet man im Exsikkator, erhalten an schon sehr reinem Rohprodukt: 24,7 g = 92 % der Theorie.

Zum Umkristallisieren löst man in heissem Alkohol und fügt vorsichtig Wasser dazu. Lange weisse, flache Nadeln, vom Schmpt. 64,5–65°. Ziemlich schwer löslich in kaltem Alkohol.

0,1914 g Sbstz. = 0,1461 g AgBr. 0,1676 g Sbstz. = 0,1285 g AgBr.
$C_{11}H_{17}OBr$ Ber. Br 32,60. Gef. 32,48. 32,62.

Chlorwasserstoffsäure-Ester (Camphylchlormethan).

$$C_8H_{14}\begin{matrix}\diagup CH \cdot CH_2Cl \\ | \\ \diagdown CO\end{matrix}$$

Zu 20 g Camphylcarbinol lässt man unter Kühlung mit Wasser 20 g Thionylchlorid tropfen, die Reaktion ist anfangs recht heftig. Man erwärmt dann auf dem Wasserbade bis zur Beendigung der Salzsäure-Entwicklung. Nach einigem Stehen destilliert man unter vermindertem Drucke zuerst das überschüssige Thionylchlorid, dann das Camphylchlormethan über, es siedet unter 14 mm bei 125—127⁰, dünnflüssiges Öl, bald kristallinisch erstarrend. Ausbeute: 17 g = 80 % der Theorie. Man kann den Körper aus Alkohol unter Eiskühlung umkristallisieren und unter starkem Abkühlen absaugen. Schneeweisse Blättchen vom Schmpt. 52,5—53⁰.

0,2374 g Sbstz.: 0, 1716 g AgCl.
$C_{11}H_{17}OCl$. Ber. Cl 17,68. Gef. 17,88.

Methylencampher $C_8H_{14}\begin{matrix}\diagup C = CH_2 \\ | \\ \diagdown CO\end{matrix}$

Wie oben mitgeteilt, entsteht bei der Reduktion des Oxymethylencamphers neben Camphylcarbinol noch ein zweiter Körper in einer Ausbeute von 20 %, doch sinkt diese gelegentlich auch bis 10, ja bis 5 % herunter. Vom Ketoalkohol kann diese Substanz entweder durch sorgfältiges Fraktionieren oder viel bequemer dadurch getrennt werden, dass man den Alkohol in die *Chlorcalciumverbindung* überführt, wobei der zweite Körper in das zum Auswaschen dienende Benzol übergeht.

Nach mehrfach wiederholtem Fraktionieren unter vermindertem Drucke bildet die Verbindung eine weisse, undeutlich kristallinische oder eine farblose, glasartig-durchsichtige Masse (ähnlich wie Camphen) von wachsartiger Konsistenz, von starkem Campher-Geruche. Sie ist leicht mit Wasserdämpfen flüchtig.

Ihr Schmelzpunkt liegt bei 74⁰, der Siedepunkt unter 10 mm Druck bei 82—84⁰. In allen gebräuchlichen Lösungsmitteln ist sie, auch bei starkem Abkühlen, so leicht löslich, dass es bisher nicht gelang, sie umzukristallisieren.

Eine grössere Reihe von Analysen ergab im Mittel C = 79,90 %, H = 10,00 %. Für Methylencampher berechnet sich: C = 80,47 %, H = 9,81 %. Es stellte sich heraus, dass dieser zweite bei der Re-

duktion des Oxymethylencamphers entstandene Körper *Methylencampher* ist. Dass es nicht gelang, eine vollkommen analysenreine Verbindung zu erhalten, ist darauf zurückzuführen, dass Methylencampher leicht Sauerstoff aufnimmt — auch beim Destillieren unter vermindertem Drucke — und sich dabei gelb bis orange färbt. Doch liess sich leicht ein sicherer experimenteller Beweis dafür finden, dass wir es hier mit *Methylencampher* zu tun haben: der Körper addiert quantitativ 2 Atome Brom oder 1 Mol. Bromwasserstoff.

Methylencampherdibromid $C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l}C \cdot Br.\ CH_2 \cdot Br.\\ | \\ CO\end{array}\right.$

4 g Methylencampher, in Chloroform gelöst, werden mit einer Chloroformlösung von 4 g Brom (1 Mol.) tropfenweise versetzt. Im zerstreuten Lichte verschwindet die Farbe des Broms sehr langsam, rascher dagegen im Sonnenlichte, dabei tritt nur sehr wenig Bromwasserstoff auf. Lässt man die Lösung dann in einer flachen Schale verdunsten, so beginnt bald die Kristallisation des neuen Körpers. Man presst die Kristalle zur Befreiung von Schmieren auf Ton ab und reinigt durch Umlösen, zuerst aus Benzin, dann aus Spiritus. Man erhält weisse, glänzende, an Harnstoff oder Salpeter erinnernde Spiesse von feinem, aromatischem Geruche, sie schmelzen bei 108^0 bis 109^0.

0,3328 g Sbstz. = 0,3859 g Ag Br. 0,2340 g Sbstz. = 0,2349 g Ag Br.
$C_{11}H_{16}OBr_2$ Ber. Br 49,33. Gef. 49,34. 49,49.

Methylencampher-Hydrobromid = Bromwasserstoff-Ester des Camphylcarbinols $C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l}CH \cdot CH_2Br.\\ | \\ CO\end{array}\right.$

5 g Methylencampher werden in einer mit Glasstöpsel verschliessbaren Flasche mit 25 ccm bei 0^0 gesättigtem Eisessigbromwasserstoff geschüttelt, unter spontaner Erwärmung erfolgt rasch Lösung. Man lässt über Nacht stehen und giesst auf Eis, wobei ein weisser, sandiger, schwerer Niederschlag sich abscheidet. Nach dem Absaugen, gründlichem Auswaschen und Trocknen wird in Alkohol gelöst und vorsichtig mit Wasser bis zur beginnenden Kristallisation versetzt. Man erhält auf solche Weise flache, kreidig-weisse Nadeln vom Schmpt. 64,5–65^0. Genau denselben Schmelzpunkt besitzt aber auch der *Bromwasserstoff-Ester* des *primären Camphylcarbinols*, ein Gemisch der beiden Substanzen zeigte keine Schmelzpunktserniedrigung, sodass an ihrer Identität nicht zu zweifeln ist. Damit ist aber auch bewiesen,

dass das Nebenprodukt von der Reduktion des Oxymethylencamphers die Konstitution des Methylencamphers[26]) besitzt.[27])

---

[26]) (Nachtrag während der Korrektur.) Die Entstehung des Methylencamphers bei der Reduktion des Oxymethylencamphers ist jetzt vollständig aufgeklärt. Lässt man nämlich das Reduktionsgemenge nach dem Abblasen des Alkohols mehrere Monate stehen, so wird beim Aufarbeiten bloss Methylencampher erhalten und gar kein Camphylcarbinol. Das fein verteilte Nickel hat demnach das Carbinol bei längerem Kontakte damit zersetzt nach der Gleichung:

$$C_8H_{14}\begin{cases} CH - CH_2 \cdot OH \\ | \\ CO \end{cases} = C_8H_{14}\begin{cases} C = CH_2 \\ | \\ CO \end{cases} + H_2O.$$

[27]) *Methylencampher* wurde zuerst von *Minguin* (C. rend. 1903. **136**. I. 752) dargestellt aus Brommethylcampher durch Kochen mit alkoholischem Kali

$$C_8H_{14}\begin{cases} C \cdot Br. CH_3 \\ | \\ CO \end{cases} = C_8H_{14}\begin{cases} C = CH_2 \\ | \\ CO \end{cases} + H\,Br.$$

Es sei bei dieser Operation eine Flüssigkeit vom Siedept. 218° entstanden, aus der beim Erkalten Krystalle sich ausschieden, welche, rasch abgepresst, „un solide à forte odeur de camphre" bildeten, vom Schmpt. 30·35°. Es ist natürlich unmöglich, auf diese Weise ein reines Produkt zu erhalten, trotzdem findet sich dieser Körper von *Minguin* in der gesamten chemischen Literatur immer als reiner Methylencampher aufgeführt, obgleich er, wie sich jetzt zeigte, ganz andere Eigenschaften hat, so liegt der Schmpt. bei 74°. Dagegen hat *Minguin* aus diesem unreinen Präparate mit Bromwasserstoff bereits das reine Hydrobromid vom Schmpt. 65° erhalten.

Die Einwirkung von alkoholischem Kali auf Brom-metylcampher verläuft nämlich gar nicht so einfach, wie man aus den Angaben von *Minguin* entnehmen könnte. Hierbei entstehen nach unseren Versuchen wenigstens drei Verbindungen: 1. Methylencampher, 2. eine flüssige Substanz vom Siedep. 9 mm: 88—89°, 3. eine Flüssigkeit vom Siedep. 9 mm: 116—118°. Die genaue Untersuchung dieser Körper konnte noch nicht durchgeführt werden. Das gleiche Gemisch scheint auch in den Vorläufen enthalten zu sein, welche bei der Verseifung des Benzoyl-camphyl-carbinols entstehen, allerdings scheint darin der feste Methylencampher zu überwiegen.

Chemische Anstalt der Universität Basel
30. März 1917.

Mitteloligocänes Profil (Stampien) zwischen Therwil und Reinach bei Basel.

Mit einer Tafel (VIII).

Von

Fridolin Jenny.

Die Strasse, welche Reinach mit Therwil verbindet, steigt von beiden Orten langsam an bis gegen 330 m. Dann wird im Käpelirain die Steigung grösser, da die Strasse rasch ihren Kulminationspunkt 341 m erreicht. Um diese den Verkehr erschwerenden Verhältnisse zu heben, wurde die Strasse hier wesentlich tiefer gelegt. Der höchste Punkt der neuen Strasse liegt um 5,5 m tiefer als derjenige der alten Strasse. Da auf der Nordseite der alten Strasse im ansteigenden Terrain frühere Abgrabungen bei der Erstellung der Böschung für den tiefen Einschnitt der neuen Strasse noch erweitert werden mussten, wurde an der Stelle ein Profil auf 8,5 m Mächtigkeit sichtbar.

Der Einschnitt hat eine Länge von 300 m. Das Profil durch den Käpelirain habe ich entsprechend den mir zur Verfügung gestellten technischen Querschnitten in zehn Abschnitte von je 30 m Länge eingeteilt I—XI.

Die hier freigelegten Ablagerungen gehören mit Ausnahme der obersten Partien, die aus Humus und Lehm bestehen, in das *oberste Stampien.*

Nach der Gliederung des Oligocäns durch A. Gutzwiller (Das Oligocän in der Umgebung von Basel, Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel, Band XXVI, 1915) sind diese Schichten zu seiner Molasse alsacienne oder zum Ob. Cyrenenmergel zu rechnen. Weitere Literatur: A. Gutzwiller: 1. Beitrag z. Kenntnis d. Tertiärbildungen der Umgebung von Basel. Verhandl. d. naturf. Gesellschaft in Basel, Band IX, 1890. 2. L. Rollier: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. Troisième supplément. 1910.

Die angeschnittene Schichtserie setzt sich wie folgt zusammen.

Die Decke wird gebildet durch einen graugelben Sandstein mit Glimmerblättchen (Schicht 2).

Die Sandkörner sind eher gross, scharfkantig und eckig. Im obersten Teil ist der Sandstein hie und da dünnplattig entwickelt. Hier finden sich reichlich kreideartige Kalkausscheidungen, die den Schichten entsprechend das Gestein in Form von Schnüren durchziehen. Diese Kalkkonkretionen erreichen Nuss- bis Faustgrösse; an einzelnen Stellen bilden sie eine eigentliche Schicht. Der Sandstein ist vielfach etwas mürbe und zerfällt unter dem Einfluss der Atmosphärilien leicht zu Sand. Dann aber treten häufig knauerförmige, sehr harte Teile von Kalksandstein hervor. Diese sind ausgesprochen plattenförmig und orientieren gut über die Schichtung. Diese ist bis Punkt VII im Detailprofil annähernd horizontal (3—4^0 Neigung gegen Nordosten). Zwischen Punkt VII und Punkt X sind die Platten in ihrer Lage stark gestört. Neigungen von 30—50^0 sind häufig und zwar der Hauptsache nach gegen Osten, Nordosten und Südosten. Eine ganze Anzahl kleiner Verwerfungen sind durch Eisenausscheidungen im weichern Sandstein deutlich gekennzeichnet. Östlich Punkt IX zeigt eine Sandsteinbank einige Grade westliches Einfallen. Es weist somit der Sandstein von Punkt VII an stark gestörte Lagerung auf.

Seine Mächtigkeit beträgt im Maximum 6—7 m. Fossilien konnten trotz vielfachem Suchen keine gefunden werden. A. Gutzwiller erwähnt aus dem Sandstein eine schlecht erhaltene Helix deflexa.

Der Sandstein wird unterteuft von einem gelblichgrauen Letten, der auf vorhandenen Spalten etwas dunkler aussieht (Schicht 3). Er ist gut geschichtet und besitzt ebenfalls die vorhin erwähnten kreidigen Ausscheidungen, wodurch die Schichtung noch deutlicher wird. Die Mächtigkeit ist stark schwankend von nur 0,5 m bis 2,4 m. Bis Punkt VII weist der Letten ähnlich wie der darüber lagernde Sandstein beinahe horizontale Lage auf (3—4^0 nordöstliches Einfallen).

Die Oberfläche des Lettens zeigt typische Erosionswirkungen. Es muss somit zwischen dem Hangenden und Liegenden ein Unterbruch in der Sedimentation bestanden haben, während welchem fliessendes Wasser die Lettenoberfläche nach verschiedenen Richtungen durchfurcht hat. Die so entstandenen Vertiefungen wurden bei der wieder einsetzenden Sedimentstation ausgefüllt und der Sandstein darüber abgelagert.

Es ist dies auch nicht verwunderlich, denn wir werden sehen, wie die Sedimentationsbedingungen zu dieser Zeit rasch wechselten.

In diesem gelben Letten fand ich gegen die obere Grenze hin ein Exemplar von Helix rugulosa (v. Mart) v. Ziet. Die Bestimmung verdanke ich Herrn Prof. Rollier in Zürich.

Zwischen Punkt VII und Punkt IX wechseln auch die Lagerungsverhältnisse dieses Letten. Er weist sehr schöne Fältelungen auf und ist mit kleinen Verwerfungen durchsetzt. Dass es sich hier nicht um Faltung der ganzen Sedimentplatte handelt, ist selbstverständlich. Die Fältelung des Lettens ist eine Folge von seitlich wirkendem Druck, der, wie früher bemerkt, auch auf den darüber lagernden Sandstein seinen Einfluss ausgeübt hat. Auf diese tektonischen Störungen soll später eingetreten werden.

Unter dem gelblichen Letten folgt eine ziemlich konstante Sandsteinbank von Punkt III—VII mit einer Mächtigkeit von 45—60 cm. Schicht 4. Der Sandstein ist weich und enthält gegen die Mitte des Einschnittes knauerartige Kalksandsteinplatten.

Im Liegenden findet man ein dunkles Lettenband mit gleichbleibender Mächtigkeit von 80—90 cm, Schicht 5. Der Letten ist sehr fett, dunkelgrau und ändert in seinem Aussehen nur insofern, als gegen Westen die obersten Partien des Lettenbandes heller werden.

Darunter ist westlich von Punkt V ein graugrüner, sandiger Mergel aufgeschlossen, Schicht 6, der wegen seiner bedeutenden Festigkeit beim Erstellen des Einschnittes Schwierigkeiten machte. In zwei Niveaux wird der Sandgehalt grösser, sodass zwei sandige Bänder entstehen, die aber unmerklich in den Mergel übergehen. Die Mächtigkeit beträgt im Maximum 2,5 m.

Im westlichen Teil des Einschnittes erscheint dann eine gelbliche, sandige Lettenschicht, Nr. 7, welche in der Mitte eine weiche Sandsteinbank aufweist, die vom Letten sich deutlich abhebt. Darin sind einige Kalksandsteinknauer vorhanden. Die Mächtigkeit beträgt 1,7 m.

Das neue Strassenbett des westlichsten Teiles befindet sich auf einem weichen, blaugrauen, sehr fetten Letten, Schicht 8, der einen guten Wasserhorizont bildet. Trotzdem weiter oben angeschnittene Wasseräderchen in Zementröhren abgeleitet sind, ist bis jetzt an der Stelle das Strassenbett nicht ruhig.

Diese blaugrauen Letten könnten den blaugrauen, tonigen Mergeln, die A. Gutzwiller vom Kaibhölzli zitiert und die Ostrea cyathula in Menge enthalten, entsprechen. Das Niveau der Strasse beträgt hier 330 m, und im Kaibhölzli liegt der Horizont dieser Auster auf ungefähr gleicher Höhe. Diese blaugrauen Letten sind durch den Strassenbau nur wenig angeschnitten worden. A. Gutzwiller betont, dass Ostrea cyathula meistens in blaugrauen bis grünlich grauen, tonigen Mergeln vorkommt. Danach zu schliessen, würden die tiefern, durch den neuen Strasseneinschnitt freigelegten Tonmergel dem Cyathulahorizont entsprechen. Da diese Auster hier leider nicht gefunden wurde, ist es unmöglich nur nach petrographischen Merkmalen

diesen Horizont genauer zu bestimmen, umso mehr als Ostrea cyathula auch in Sand und Sandsteinen vorkommt.

Der häufige Wechsel in der Sedimentation bis zum obersten bedeutenden Sandsteinkomplex entspricht sehr gut dem Profil, das A. Gutzwiller vom Kaibhölzli gibt. Es sind in unserer Gegend abwechselnd marine, brackische, lacustre und limnische Bildungen.

Auf der Südseite des „Vorder-Rebberges“ östlich der letzten Häuser von Therwil sind durch das Erstellen der Fundamente zu zwei Häusern in einer Höhe von etwa 320—325 m die untern Cyrenenmergel vorübergehend freigelegt worden.

Wir haben somit von Therwil zum Käpelirain ansteigend das vollständige Profil des obern und untern Cyrenenmergels vor uns (310—343 m). Freilich ist es nicht möglich, die genaue Lage des Cyathulahorizontes festzustellen, immerhin ist soviel sicher, dass die untern Letten und Mergel des Einschnittes diesem Horizont entsprechen.

Hingegen bin ich im Falle, eine neue Fundstelle dieser Auster anzugeben. Diese befindet sich in der Nähe der Rodersdorfermühle etwa 200—300 m nordöstlich von Punkt 368 der Siegfried-Karte am Weg nach Liebenzweiler in einer Höhe von zirka 370 m. Die Stellen westlich vom Birsig, von denen Ostrea cyathula bekannt ist, befinden sich nach A. Gutzwiller bei Bottmingen im Fuchshag, 320 m, oberhalb Biel-Benken bei 335 m und auf elsässischem Boden bei Grossbiehli (unweit der Schweizergrenze) auf gleicher Höhe. Im allgemeinen ist ein nordöstliches Absinken des Austernhorizontes zu konstatieren, immerhin lehrt uns die neue Lokalität, dass von Biel-Benken gegen Rodersdorf ein stärkeres Ansteigen stattfindet.

Doch wieder zurück zum Käpelirain. Während in der Zeit zwischen dem untern und oberen Cyrenenmergel die Sedimentationsverhältnisse häufig wechselten, sehen wir über der Erosionsfläche des gelben Lettens gleichbleibende Bedingungen und daher einen Sandsteinkomplex von 6—7 m Mächtigkeit.

Für die folgenden Betrachtungen verweise ich auch auf das Übersichtsprofil Therwil-Arlesheim. Östlich vom Käpelirain tritt die Molasse alsacienne bei Dornachbrugg wieder zutage bei etwa 288 m. Bei niederem Wasserstand ist die Bank mit Ostrea cyathula in einem mürben Sandstein bei 280 m leicht zu konstatieren. Der Dornachbruggsandstein, wie man die Molasse alsacienne auch nennt, tritt uns hier in einer Mächtigkeit von 7—8 m entgegen. Allein auch hier schiebt sich über dem Austernhorizont eine lettig mergelige, graue Schicht ein, die nach Norden bald abnimmt und auskeilt. Durch A. Gutzwiller sind von dieser Stelle viele Blattabdrücke bekannt geworden, daher kommt auch der Name Blättermolasse.

Trotzdem am Käpelirain Blattabdrücke nicht gefunden worden sind, entspricht diese Stelle ganz sicher dem Sandstein an der Birs bei Dornachbrugg. Am Käpelirain liegt die oberste Partie der Molasse alsacienne bei 343 m, an der Birs bei Dornachbrugg bei 288 m. Es ist somit eine Höhendifferenz von 55 m auf eine Distanz von etwa 2700 m vorhanden. Ein flaches, nordöstliches Einfallen wurde am Käpelirain und eine gleichsinnige, etwas stärkere Neigung an der Birs beobachtet. Das ist das allgemeine Einfallen gegen die Flexur.

Damit allein können die oben erwähnten Niveaudifferenzen nicht erklärt werden.

In Reinach, 308 m Höhe, ziemlich genau in der Mitte zwischen Birs und Käpelirain, existiert eine Kiesgrube, die auf 7 m Tiefe abgebaut ist, ohne dass dabei die Unterlage freigelegt wurde. Der darunterliegende Sandstein ist also im besten Fall bei etwa 300 m zu erwarten. Es ergibt sich somit von der Birs bis nach Reinach eine Steigung von etwa 12 m, die mit dem nordöstlichen Einfallen erklärt werden kann. Zwischen Reinach und Käpelirain beträgt die Niveaudifferenz des Sandsteines 43 m. Zur Erklärung dieses Höhenunterschiedes genügt das Einfallen in keiner Weise, es müssen vielmehr hier tektonische Störungen stattgefunden haben.

Durch die Erstellung des Strasseneinschnittes am Käpelirain sind die zu erwartenden Lagerungsstörungen tatsächlich aufgedeckt worden.

Von Punkt VII an sind die vorher fast horizontalen Kalksandsteinplatten in ganz verschieden schiefe Stellungen gebracht worden. Neigungen von 30—50^0 gegen Osten, Nordosten und Südosten sind leicht zu beobachten. Damit stehen im Zusammenhang Verwerfungen im weichen Sandstein, die durch Eiseninfiltrationen recht deutlich geworden sind. Bei Punkt IX fällt eine Sandsteinscholle sogar in entgegengesetzter Richtung mit 12^0 gegen Westen ein. Die darunterliegenden weniger starren Letten sind durch den herrschenden, seitlichen Druck schön gefältelt worden. Auch hier haben sich zwei kleine Verwerfungen gebildet.

Diese tektonischen Verhältnisse müssen offenbar mit der Entstehung der oberrheinischen Tiefebene in Zusammenhang gebracht werden. Dass bei solchen Absenkungen nicht die Sedimenttafel als Ganzes, immer gleich geneigt, absinkt, sondern in einzelne Schollen zerspringen kann, ist genügend bekannt. Eine solche stärker geneigte Scholle, die offenbar selber wieder zersprungen ist, befindet sich zwischen Reinach und dem Käpelirain. Damit erklären sich die vollständig zufällige Orientierung der Kalksandsteinplatten und die Verwerfungen im Sandstein sehr leicht.

Begreiflich wird dadurch auch die bedeutende Anhäufung des losen Materiales im östlichen Teil des Einschnittes. Über dem An-

stehenden finden wir zwischen Punkt IX und Punkt X braune Sande, die den grauen des Sandsteines vollkommen entsprechen. Diese sind bei der Absenkung seitlich abgerutscht und später durch eisenhaltige Sickerwasser braun gefärbt worden. Darüber lagert sandiger Lehm, dessen Mächtigkeit aus dem gleichen Grunde hier auch grösser ist.

Bei Vertikalverschiebungen einzelner Schollen kann seitlicher Druck ausgeübt werden. Dass solche Kräfte sich hier ebenfalls geäussert haben, sehen wir sehr schön in der Fältelung des Lettens von Punkt VII bis Punkt IX.

Die tektonischen Störungen sind also zurückzuführen auf das Absinken einer oder mehrerer Schollen und auf den darauffolgenden, seitlichen Druck.

Es ist wahrscheinlich, dass so bedeutende Störungen auch anderwärts am Ostrande des südlichen Bruderholzes sich geltend gemacht haben. Eine solche Stelle scheint mir im Galgenrain zu sein, wo A. Gutzwiller für den über der Molasse alsacienne gelegenen Tüllingerkalk ein Einfallen von 14—15° nach *Süd*osten angibt, während der gleiche Süsswasserkalk bei Münchenstein 5—6° nach *Nord*osten fällt.

Die tektonischen Verhältnisse zwischen Galgenrain und Münchenstein sind somit ähnlich wie zwischen Käpelirain und Dornachbrugg.

Die Molasse alsacienne macht die Flexur mit. Die geologische Karte von A. Gutzwiller und E. Greppin gibt diese Ablagerung an verschiedenen Orten östlich von Arlesheim an. In der Umgebung von Arlesheim und Oberdornach tritt in der Flexur auch Meeressand an verschiedenen Orten zutage.

Eine solche Stelle mit einer Ostrea callifera, die ich s. Z. A. Gutzwiller abgab, konnte ich südlich von Ober-Dornach vor vielen Jahren nachweisen.

Die Erstellung des Einschnittes am Käpelirain hat nach zwei Seiten hin belehrend gewirkt. Erstens ist ein Profil des oberen Cyrenenmergels von 13 m Mächtigkeit mit dazwischenliegender Erosionsfläche bekannt geworden, und zweitens haben sich tektonische Störungen am südöstlichen Bruderholzrande sicher nachweisen lassen.

Manuskript eingegangen am 25. April 1917.

Grundzüge einer elektrodynamischen Theorie der Serienspektren.

Von

A. L. Bernoulli.

In einer im vorigen Jahre erschienenen Arbeit hat der Verfasser[1]) auf Grund einer neuen elektrodynamischen Definition der *Planck'schen Konstanten h* zeigen können, dass es nunmehr möglich geworden ist, die Viskosität der Gase und die absolute Masse und ebenso die Durchmesser der Gasmoleküle zu berechnen aus der Grenze der Hauptserie ihres Emissionsspektrums, ohne dass irgend welche andern Materialkonstanten ausser dem Gewicht eines Liters des betreffenden Gases bei Null Grad und *einer* Atmosphäre Druck gegeben sein müssen. Auch die Avogadro'sche Zahl braucht nicht bekannt zu sein, wohl aber die Planck'sche Konstante, und die Masse des Elektrons, also zwei *universelle*, bereits sehr genau bekannte Konstanten.

Die dort gewonnenen Resultate liessen den Versuch als aussichtsreich erscheinen, jene als Ausgangspunkt gewählte neue Definition der Planck'schen Konstanten und die daraus gewonnenen neuen Beziehungen zu andern physikalischen Konstanten anzuwenden auf die Spektralserien selbst, nicht nur auf den Grenzfall, die Seriengrenze. Wir stellen uns somit die Aufgabe, die bereits als empirische Formeln oder theoretisch auf Grund anderer Spektraltheorien abgeleiteten Gesetze aus unsern neu gewonnenen physikalischen Anschauungen herzuleiten und damit auf einem neuen Wege die Zweckmässigkeit der letztern zu erweisen.

Da, wie *Zeeman* zuerst gezeigt hat, die einzelnen Spektrallinien durch starke Magnetfelder im Spektrum um messbare Beträge verschoben werden, also ihre Farbe und somit auch ihre Schwingungszahl in messbarer und reversibler Weise willkürlich innert der durch die Stärke der experimentell herstellbaren Felder gesteckten Grenzen ver-

---

[1]) Berichte der Deutschen Physikal. Ges. **18**. pag. 308. 1916. — Arch. de Genève. (4) **42**. pag. 24. 1916.

ändert werden kann, liegt es nahe, nach dem Vorgang von *Zeeman* und *H. A. Lorentz* anzunehmen, dass die Träger der Lichtemission *Elektronen* sind. Diese sollen sich nach *Ritz*[2]) und *Paschen*[3]) in sehr intensiven, von den Molekülen selbst herrührenden *Magnetfeldern* bewegen. Die Grössenordnung dieser Feldstärken ergibt sich ungeheuer hoch zu 10^9 Gauss.[4])

Da nun aber sowohl für die Ladung als für das Verhältnis der Ladung zur Masse des Elektrons sich nach den verschiedenen Methoden innert der Fehlergrenzen der Versuche identische Werte ergeben haben, müssen nicht nur diese Werte, sondern auch die Grössenordnung der molekularen Feldstärken als erwiesen gelten.

Das Neue, was die bereits erwähnte Arbeit des Verfassers noch zur weitern Präzisierung dieser physikalischen Voraussetzungen hinzugebracht hat, lag in der folgenden, zunächst ganz willkürlichen Hypothese:

„Bewegen sich ein (oder mehrere) Elektronen in einem molekularen Magnetfelde in geschlossenen Bahnen, so wird die Summe der magnetischen Kraftlinien, welche ihre Vektorradien bei jedem Umlauf schneiden, stets gleich sein ein und derselben universellen Kraftlinienzahl.“

Wir haben diese Grösse mit μ bezeichnet. Ihr numerischer Wert ergibt sich durch folgende einfache Überlegung aus der Energie U eines Elektrons, welches mit der Tourenzahl v in einem Felde H die Fläche $f = \pi r^2$ umfährt. Da unabhängig von jeder speziellen Hypothese die Gesamtenergie U gleich dem doppelten Betrage der kinetischen Energie des Elektrons sein muss, ist somit

$$U = 2E = 2e \sum fHv \tag{1}$$

Demnach wird, wenn wir für das Produkt aus der Bahnfläche f in die Feldstärke H den damit identischen Induktionsfluss μ einführen und noch durch die Tourenzahl v dividieren, Gl. (1) übergehen in

$$\frac{U}{v} = 2e\mu \tag{2}$$

Da der Induktionsfluss μ und die Ladung e gleichfalls universell und konstant sind, so muss auch ihr doppeltes Produkt und wegen Gl. (2) auch der Quotient aus der Energie des Elektrons in seine Tourenzahl *unabhängig von der Tourenzahl v sein*. Da die rechte Seite

---

[2]) Ann. de Physik. **25**. 660. 1908.

[3]) Jahrbuch der Radioaktivität. VIII. pag. 14. 1910.

[4]) Vgl. *Paschen*. l. c. pag. 186.

[5]) *A. L. Bernoulli* l. c. pag. 309.

unserer Gleichung (2) nicht nur nach Dimension und Grössenordnung, sondern auch dem absoluten Werte nach mit der Planck'schen Konstanten identisch ist, so liegt es nahe, wie wir das erstmals in unserer mehrfach erwähnten Mitteilung getan haben, diese Konstante mit Hilfe von Gl. (2) auf eine neue Art zu definieren als das doppelte Produkt der spezifischen Ladung eines Elektrons oder einwertigen Ions in die wie oben definierte universelle Kraftlinienzahl (Induktionsfluss) μ, indem wir setzen:

$$2e\mu = h. \tag{3}$$

Gleichung (2) nimmt dadurch die Form an

$$U = h\nu \tag{2a}$$

Die *Planck'sche*[6] *Definition* für h erscheint somit hier als eine unmittelbare Folge unserer Annahme, dass der Induktionsfluss eine universelle Konstante ist. Führen wir jetzt noch mit Hilfe der unabhängig von jeder Molekulartheorie gültigen elektrodynamischen Beziehung $H = 2\pi m/e \cdot \nu$ an Stelle der Feldstärke und der Ladung die Tourenzahl in Gl. (3) ein, indem wir uns zunächst erinnern, dass $\mu = f \cdot H$, wodurch

$$h = 4\pi m \cdot f \cdot \nu = 4\pi^2 m r^2 \nu \tag{4}$$

Letztere Form entsteht, wenn die Bahn mit genügender Annäherung als ein Kreis vom Radius r angesehen werden kann. Dies ist nichts anderes als die *Bohr'sche Definition*[7]) der Planck'schen Konstanten h als eine Grösse, welche durch ein konstantes universelles Winkelmoment $h/2\,\pi = 2\pi m r^2 \nu$ ausgezeichnet ist. *Demnach folgen die beiden wichtigsten bisher bekannten Arten der Definition von h unmittelbar aus unsrer Hypothese der „Universellen Kraftlinienzahl“*. Letztere lässt sich kürzer als oben wie folgt aussprechen:

„Alle geschlossenen Bahnen strahlender Elektronen sind Querschnitte durch ein und dieselbe universelle magnetische Kraftröhre vom Induktionsfluss $\mu = 2\,e\,h$.“

Gleitet das umlaufende Elektron auf der Oberfläche des als Zentralkörper gedachten Moleküls, so wird ν gleich dem Grenzwerte ν_0 der kurzwelligsten *Hauptserie* des betreffenden strahlenden Dampfes und hier wird *der Bahnradius mit dem Molekülradius* ϱ_0 *zusammenfallen*. Somit kann man, wie ich früher bereits gezeigt habe, entweder die *Dimensionen der Gasmoleküle* und daraus ausschliesslich aus optischen Daten die *Viskosität*, also eine fundamentale *mechanische* Eigenschaft der Gase berechnen oder aber das Wirkungsquantum,

---

[6]) *M. Planck.* Theorie der Wärmestrahlung. Leipzig. 1906. pag. 153.

[7]) *Niels Bohr.* Phil. Magazine. **26**. pag. 1. 1913.

also Planck's Konstante h aus der Gasreibung und der Grenze der Hauptserie auf einem neuen, ganz unabhängigen Wege bestimmen. Auf Grund der Werte von *Regener*[8]) und von *Millikan*[9]) für die spezifische Ladung e eines Elektrons in elektrostatischem Mass ergaben sich für h die folgenden Werte:

Konstante h von Planck.

	$e = 4{,}88 \cdot 10^{-10}$ (Regener)	$e = 4{,}891 \cdot 10^{-10}$ (Millikan)
Wasserstoff	$h = 6{,}55(2) \cdot 10^{-27}$	$h = 6{,}53(4) \cdot 10^{-27}$
Helium	$h = 6{,}53(4) \cdot 10^{-27}$	$h = 6{,}54(6) \cdot 10^{-27}$

Mittelwerte für h demnach berechnet aus:

Schwarze Strahlung (Planck) . . . . $6{,}548 \cdot 10^{-27}$
Viskosität der Gase (Bernoulli) . . . . $6{,}549 \cdot 10^{-27}$

Für *die Zahl N der Moleküle* im Mol. und für die absolute *Masse a eines Wasserstoff-Atoms* ergaben sich demnach folgende Werte:

	Masse des Wasserstoffatoms	Avogadrosche Zahl
Berechnet aus Viskosität und Seriengrenze (Bernoulli)	$1{,}629 \cdot 10^{-24}$	$6{,}150 \cdot 10^{-23}$
Berechnet aus Schwarzer Strahlung (Planck)	$1{,}630 \cdot 10^{-24}$	$6{,}175 \cdot 10^{-23}$

Auch die Berechnung der *Gasreibung* auf dem angedeuteten Wege ausschliesslich aus optischen Daten und aus der spezifischen Ladung ergibt, wie die folgende Tabelle zeigt, eine gute Koinzidenz, wenn man für Helium *zwei,* für Wasserstoff und Sauerstoff je *ein* Elektron voraussetzt.

	Viskosität: Temperatur	berechnet	beobachtet	
Wasserstoff	0°	0,0000843	0,0000841	(Markowsky)
Sauerstoff	0°	0,0002481	0,0001926	„
Helium	0°	0,0001875	0,0001879	(Rankine)

Für weitere Formeln und vor allem für den Vergleich der nach unserer neuen Methode berechneten, mit den aus der Gastheorie ermittelten *Weglängen der Gasmoleküle,* sowie der Werte für die Querschnittsumme aller Moleküle in der Volumeinheit muss ich auf meine frühere Publikation verweisen.[10])

---

8) Physikal. Z. 1911. **12**. 135.
9) Physikal. Z. **12**. 163. 1911.
10) *A. L. Bernoulli.* l. c. pag. 311.

Wir werden im folgenden zeigen, dass es möglich ist, aus nur drei Grundannahmen eine sehr allgemeine Strukturformel für Serienspektren abzuleiten, welche dann durch entsprechende Umformungen, jedoch ohne die Hinzufügung neuer Bedingungsgleichungen, übergeht teils in schon bisher bekannte Serienformeln,[11]) teils in solche, welche jenen nahe stehen. Ausserdem folgt aus unserer neuen allgemeinen Serienformel sowohl eine den *Rydberg'schen Regeln*[12]) analoge numerische Beziehung zwischen den Grenzen je zweier konjugierter Serien desselben chemischen Elementes und überdies, was besonders wichtig, auch das bis jetzt physikalisch so schwer zu interpretierende *„Kombinationsprinzip“ von Ritz,*[13]) welches bekanntlich mit Hilfe einer einfachen arithmetischen Regel erlaubt, gewisse früher noch nicht durch Serien darstellbare Spektrallinien nunmehr doch in numerische Beziehung zu den Serienlinien zu bringen.

Nach unserer Gleichung (12) (s. u.) wird es sich ergeben, dass jedes Seriensystem von zwei „konjugierten“ Serien nur drei spezifische Materialkonstanten enthält, nämlich den Moleküldurchmesser σ, sowie ferner *zwei* für dieses System charakteristische Zahlverhältnisse, welche definiert sind als Quotienten der „Planetendurchmesser“ zum Moleküldurchmesser. Ausserdem enthalten unsere Gleichungen *zwei universelle physikalische Konstanten,* nämlich die Masse m des Elektrons und die Planck'sche Konstante h. Es ist wichtig, hervorzuheben, dass diese beiden universellen Konstanten nicht nur unabhängig von jeder Spektralmessung definiert sind, sondern auch sich in einwandfreier Weise jede nach mehrern unabhängigen Methoden haben experimentell bestimmen lassen.

Die erwähnten drei Grundannahmen, welche wir für unsre Darstellung voraussetzen, sind:

A. *Das Prinzip der universellen Kraftlinienzahl* nach Gl. (1).

B. *Eine mechanische Stabilitätsbedingung*, Gl. (5).

C. Die Annahme, dass die als Erreger der Serienlinien supponierten „Himmelskörper“ Agglomerate von Elektronen seien, sodass deren Massen somit *ganzzahlige* Multipla der universellen Elektronenmasse m werden. *Daraus folgt notwendigerweise, dass diese Massen untereinander in rationalen Zahlverhältnissen stehen müssen.*

Ob und inwieweit die allgemeinere Annahme, dass diese Massen nur *zum Teil* elektromagnetischer Natur seien, für die Darstellung gewisser Serien Bedeutung gewinnen kann, möchte ich vorerst noch dahingestellt sein lassen. Jedenfalls würde sie die Einführung neuer

---

[11]) Am eingehendsten orientiert hierüber: *H. Konen.* »Das Leuchten der Gase und Dämpfe«. Braunschweig 1913.

[12]) Rapports du Congrès Int. de Physique. **2.** pag. 214. Paris. 1900.

[13]) Physikal. Z. **9.** S. 521. 1908.

Materialkonstanten in unsre Hauptformel zur Folge haben und damit deren Bedeutung zunächst nur herabsetzen. Die Betrachtung von Ionen mit Massen von der Grössenordnung der Atomgewichte führt im allgemeinen nach unsern Gleichungen bei Bahndurchmessern nahe den Moleküldurchmessern auf Wellenlängen von der Grössenordnung des Millimeters, sie fallen also, wenn nicht weitere willkürliche Hypothesen hinzutreten, für uns ausser Betracht.

Zunächst handelt es sich darum, unsere Annahme B mathematisch zu formulieren. Sei d der Abstand der Schwerpunkte der zwei Massen M und M', so berechnen sich die Abstände r und s vom gemeinsamen Mittelpunkt beider Planetenbahnen und zwar ohne jede einschränkende Voraussetzung, also für ein beliebiges Massenverhältnis von M zu M' bekanntlich wie folgt:

$$r = d \cdot \frac{M'}{M + M'} \qquad (5)$$
$$s = d \cdot \frac{M}{M + M'}$$

Nur wenn Gl. (5) erfüllt ist, wird das System stabil sein können. Besteht nach unserer Hypothese B die Masse M aus p und die Masse M' aus q *Elektronen* von der Masse m, wobei *also* p *und* q *ganze positive Zahlen* sind, so folgen als mathematischer Ausdruck für unsere dritte Grundannahme C die Beziehungen: $M = p \cdot m$ und $M' = q \cdot m$, woraus $M/p = M'/q$ und mit Rücksicht auf Gl. (5), also als *gemeinsame Konsequenz unserer Hypothesen B und C* die wichtige Beziehung (6) folgt, wonach die Bahnhalbmesser je zweier konjugierter Planeten stets sich wie ganze Zahlen verhalten und zwar umgekehrt wie die zugehörigen Elektronenzahlen, denn wir finden

$$\frac{r}{s} = \frac{q}{p} \qquad (6)$$

So wichtig und anschaulich diese letzte Beziehung ist, erweist es sich dennoch für die Herleitung unserer Seriengleichung als zweckmässiger, den Abstand d der beiden Massenschwerpunkte nicht zu eliminieren, sondern die aus C folgenden Werte der Bahnradien r und s in die Gleichung (5) einzuführen, wodurch

$$r = d \cdot \left(\frac{q}{p + q}\right)$$
$$s = d \cdot \left(\frac{p}{p + q}\right) \qquad (5a)$$

Nach dem von uns früher aufgestellten und bereits im Spezialfall der Hauptserien-Grenzen quantitativ bestätigten „Prinzip der universellen Kraftlinienzahl", also nach Grundannahme A oder Gl. (1) muss die Summe der Kraftlinien, welche bei einem Umlauf des Systems umfahren oder von den Fahrstrahlen geschnitten werden,

gleich derselben universellen Kraftlinienzahl $\mu = h/2e$ sein. Für $h = 6{,}548 \cdot 10^{-27}$ (*Planck*)[14]) und $e = 4{,}891 \cdot 10^{-10}/3 \times 10^{10}$ (*Millikan*)[15]) nimmt dieselbe den Wert $\mu = 2{,}231 \cdot 10^{-7}$ *C. G. S.* an. Sind die Planetendurchmesser *nicht* zu vernachlässigen gegen die Bahnradien r und s der beiden Massenschwerpunkte, so darf auch die Zahl derjenigen Kraftlinien, welche zwar ausserhalb der von dem betreffenden Massenschwerpunkt gezogenen Bahnkurve liegen, jedoch noch von der peripher vom Schwerpunkt liegenden Hemisphäre der Masse M oder M' geschnitten werden, nicht ausser der Berechnung bleiben. Ist a der konstante Radius der Masse M und b die entsprechende Konstante für die Masse M', so bedeuten die Strecken η und z die entsprechenden Peripherieradien, also die als „Kraftlinien-Abschneider“ wirksamen wie eben definierten Strecken, so wird

$$\eta = r + a \qquad\qquad z = s + b \tag{7}$$

Denken wir uns das Magnetfeld des betreffenden Systems als zeitlich konstant und als irgendwie symmetrisch um die Rotationsachse, so lassen sich für jede der beiden Einzel-Bahnen mit Hülfe der für die zwei Bahnflächen charakteristischen einzelnen Induktionsflüsse j und j' der Bahnflächen $\pi\eta^2$ und πz^2 die beiden mittlern molekularen Feldintensitäten $H = j/\pi\eta^2$ und $K = j'/\pi z^2$ definieren. Nach dem Prinzip der „Universellen Kraftlinienzahl“ wird nach Gl. (1)

$$\mu = j + j' = \pi\eta^2 H + \pi z^2 K. \tag{8}$$

Führen wir zunächst an Stelle der Peripherie-Radien η und z, also an Stelle der elektrodynamisch wirksamen Radien die mechanisch ausschlaggebenden Schwerpunktsradien r und s und die halben Planetendurchmesser a und b ein, so geht Gl. (8) über in:

$$\mu/\pi = H \cdot (r + a)^2 + K(s + b)^2 = H\left(\frac{q \cdot d}{p + q} + a\right)^2 + K\left(\frac{p \cdot d}{p + q} + b\right)^2$$

Führen wir mit Hilfe von Gl. (3) an Stelle der universellen Kraftlinienzahl μ die Planck'sche Konstante h und die Elektronen-Ladung e ein, so bleibt die linke Seite unserer Gl. (8a) gleichfalls universell. Wenn wir überdies noch beide Seiten mit dem universellen Faktor $e/2\pi m$, also dem Quotienten der Ladung in die 2π-fache Masse des Elektrons multiplizieren, so wird schliesslich (8a) übergehen in

$$\frac{h}{4\pi^2 m} = \frac{He}{2\pi m}\left(\frac{q \cdot d}{p + q} + a\right)^2 + \frac{Ke}{2\pi m}\left(\frac{p \cdot d}{p + q} + b\right)^2$$

Nun sind aber, wie wir uns beispielsweise aus der elementaren Theorie des normalen Zeemaneffekts her erinnern oder wie sich auch

---

[14]) l. c. pag. 162.
[15]) Physikal. Z. 12. pag. 163. 1911.

aus der Ablenkung der Kathodenstrahlen im Magnetfeld unmittelbar ergibt, die beiden vor den Klammern stehenden Koeffizienten nichts anderes als die Tourenzahlen eines geladenen Körpers vom Ladungsverhältnis e/m in dem betreffenden Magnetfeld; diese beiden Frequenzen sind definiert durch

$\nu = \frac{eH}{2\pi m}$ und $\nu' = \frac{eK}{2\pi m}$, wodurch wenn wir noch durch d^2 dividieren

$$\frac{h}{4\pi^2 m d^2} = \nu \left(\frac{q}{p+q} + \frac{a}{d}\right)^2 + \nu' \left(\frac{p}{p+q} + \frac{b}{d}\right)^2 \quad (9)$$

Sind a, b und d Konstanten und durchlaufen die (ganzzahligen) Elektronenzahlen p oder q jede für sich die Reihe der ganzen Zahlen, so entstehen *vier* Reihen von Schwingungszahlen nach folgendem Schema:

	Konstant	Variabel	Typus (1. Näherung)
I	ν', p	(ν, q)	$\nu = A_1 - \left(\frac{B_1}{q} + C_1\right)^2$
II	ν, q	(ν', p)	$\nu' = A_2 - \left(\frac{B_2}{p} + C_2\right)^2$
III	ν', q	(ν, p)	$\nu = C(p^2, \nu')$
IV	ν, p	(ν', q)	$\nu' = C'(q^2, \nu)$

Wir erkennen sofort, dass die Typen I und II je einer Spektralserie vom Typus der tatsächlich vorkommenden Serien mit je einer Häufungsstelle bei endlicher Frequenz, aber auch endlicher Wellenlänge entsprechen. Die Typen III und IV dagegen müssen wegen ihrer positiven Exponenten *Bandenspektren* entsprechen, denn sie lassen sich beide auf die *Deslander-Fabry'sche* Bandenformel

$$\nu = A + Bn + Cn^2$$

bringen, wo n eine beliebige ganze Zahl. Damit ist aber die Leistungsfähigkeit unserer Gleichung (9) noch keineswegs erschöpft, denn wenn wir die speziellere Annahme einführen, dass die Konstante d sehr gross gegen a und b sei, so wird beispielsweise eine Serie entstehen von der Form

$$\nu = \frac{h}{4\pi^2 d^2 m} \left(\frac{p}{q} + 1\right)^2 - \nu' \left(\frac{p}{q}\right)^2 \quad (10)$$

was für extreme Werte von d übergeht in

$$\nu = -\nu' \cdot \left(\frac{p}{q}\right)^2 \quad (10a)$$

Nun sind ja aber die p die Anzahlen der Elektronen oder Ladungen des Zentralkörpers, und dann ist (10a) bis auf eine additive Konstante nichts anderes als die im Jahre 1913 von *Moseley*[16]) entdeckte,

[16]) Phil. Magazine (6). Bd. 26. 1024. 1913.

höchst merkwürdige Beziehung der fundamentalen Röntgenfrequenz des betreffenden Elements zu seiner Kernladungszahl. Eine speziellere Diskussion dieser Gleichungen und ebenso derjenigen für Bandenspektren des Typus III und IV soll später an anderer Stelle gegeben werden.

Hier wollen wir uns vorerst darauf beschränken, die Typen I und II, also die Serienspektren im speziellen Sinne des Wortes, kurz zu diskutieren. Setzen wir zur Abkürzung $a/d = \alpha$, $b/d = \beta$ und $\frac{h}{4\pi^2 md^2} = C$, so würden für $\lim p = \infty$ und $\lim q = \infty$ die folgenden Grenzwerte ergeben:

$$\underset{p=\infty}{C} = \nu_0 \alpha^2 + \nu_0' (1+\beta)^2$$

$$\underset{q=\infty}{C} = \nu_0 (1+\beta)^2 + \nu_0' \beta^2$$

$$\text{woraus } \nu_0 (1+2\alpha) = \nu_0' (1+2\beta) \tag{11}$$

Berücksichtigen wir ferner, dass die Typen I und II in ausgeschriebener *strenger* Form dargestellt sind nach (9) durch

$$\nu = \left[\frac{h}{4\pi^2 md^2} - \nu' \left(\frac{p}{p+q} + \beta\right)^2\right] \left(\frac{1}{1+\frac{p}{q}} + \alpha\right)^{-2} \tag{12a}$$

$$\nu' = \left[\frac{h}{4\pi^2 md^2} - \nu \left(\frac{q}{p+q} + \alpha\right)^2\right] \left(\frac{1}{1+\frac{q}{p}} + \beta\right)^{-2} \tag{12b}$$

so erkennt man zunächst, dass diese zwei konjugierten Seriensysteme als *Spezialfall*, den durch Rydberg entdeckten Zusammenhang zwischen Hauptserie und II. Nebenserie mit umfassen. Ob Gl. (11) oder die ihr formal sehr nahe stehende empirische sogenannte 5. Regel von Rydberg, welche sich auf folgende Form bringen lässt

$$\nu_0 (1+\varepsilon')^2 = \nu' (2+\varepsilon)^2$$

den Tatsachen besser gerecht wird, kann erst eine speziellere Untersuchung lehren.

Direkt ablesen lassen sich aber die folgenden Resultate bezüglich der Form der nach Gleichung (9) bezw. (12a) und (12b) postulierten Serien:

Für grosse Werte von q in Gleichung (12a) verschwindet zunächst das variable Glied der zweiten Klammer. Die erste Klammer allein stellt eine Seriengleichung vom Typus Kayser-Runge dar. Auch in eine der Rydberg'schen Form nahestehende lässt sie sich leicht transformieren. Führt man jedoch die zweite Klammer mit, so entstehen Formeln, welche denjenigen von Ritz oder Hicks-Mogendorff sich nähern. Alles das haben wir ableiten können ohne jede neue

Hypothese ausser den oben mit A, B und C bezeichneten drei Grundannahmen.

Der Vergleich mit den Resultaten unserer frühern Mitteilung[17]) lehrt, dass für die Hauptserie die Schwerpunktsdistanz d gleich dem halben Moleküldurchmesser σ zu setzen ist, also

$$\sigma = 2d. \tag{13}$$

Eine ins einzelne gehende Untersuchung darüber, inwieweit die bisher in unsern Formeln mitgeführten Glieder ausreichen werden, auch die langwelligen Serienglieder genau wiederzugeben, muss spätern Untersuchungen vorbehalten bleiben, doch erscheint mir das nach den bisherigen vorläufigen Resultaten als durchaus wahrscheinlich.

Es ist jedoch zu bedauern, dass das noch viel interessantere Problem der Prüfung der Beziehungen zwischen Viskosität oder Wärmeleitfähigkeit, allgemeiner zwischen dem Molekülradius und der Hauptseriengrenze, sich bis jetzt weder für die Alkalien noch für die alkalischen Erden hat prüfen lassen, weil hierüber alle experimentellen Daten noch fehlen.

Anders beim Wasserstoff. Hier lassen sich, da sowohl die Gasreibung als die Hauptseriengrenze hinreichend genau bekannt sind, aus h, m und der Gasreibung direkt die einzelnen Wellenlängen berechnen und mit den durch Messungen am Geisslerrohr und an den Gestirnen erhaltenen Werten der Wellenlängen vergleichen. Wir berechnen für die ersten vier sichtbaren Wasserstofflinien die folgenden Werte:

		berechnet	gefunden[18])
$H\alpha$	Rot	6581	6563
$H\beta$	Blau	4875	4861
$H\gamma$	Indigo	4353	4341
$H\delta$	Violett	4113	4102
Fixstern-Linie	von ζ-Puppis	4701	4688

Die Ritzsche Konstante nimmt für Wasserstoff den Wert $1{,}094 \times 10^5$ an.

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung zwischen den aus der Gasreibung berechneten Werten der Wellenlängen mit den optisch gemessenen Daten eine überraschend gute, denn z. B. für die blaue Linie $H\beta$ ist die Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung nur doppelt so gross wie der Abstand der beiden D-Linien des Natriums.

---

[17]) *A. L. Bernoulli.* l. c.

[18]) *A. Hagenbach* und *H. Konen.* Spektral-Atlas. Jena 1905. pag. 51.

Nach der Theorie von Bohr wird nach den Angaben von *E. Riecke*[19]) der berechnete Wert für die Grenze um etwa 9 % zu hoch. Demnach müssen die Wellenlängen um zirka 9 % zu klein sich ergeben, d. h. die eben erwähnte blaue Linie $H\beta$ würde nach Bohr im *gelbgrünen* Bereich des Spektrums liegen, anstatt wie beobachtet im blauen. Bei unserer Darstellung beträgt die Abweichung dagegen nur etwa 0,25 % der Wellenlänge dieser Linie, ist also 36 Mal geringer.

---

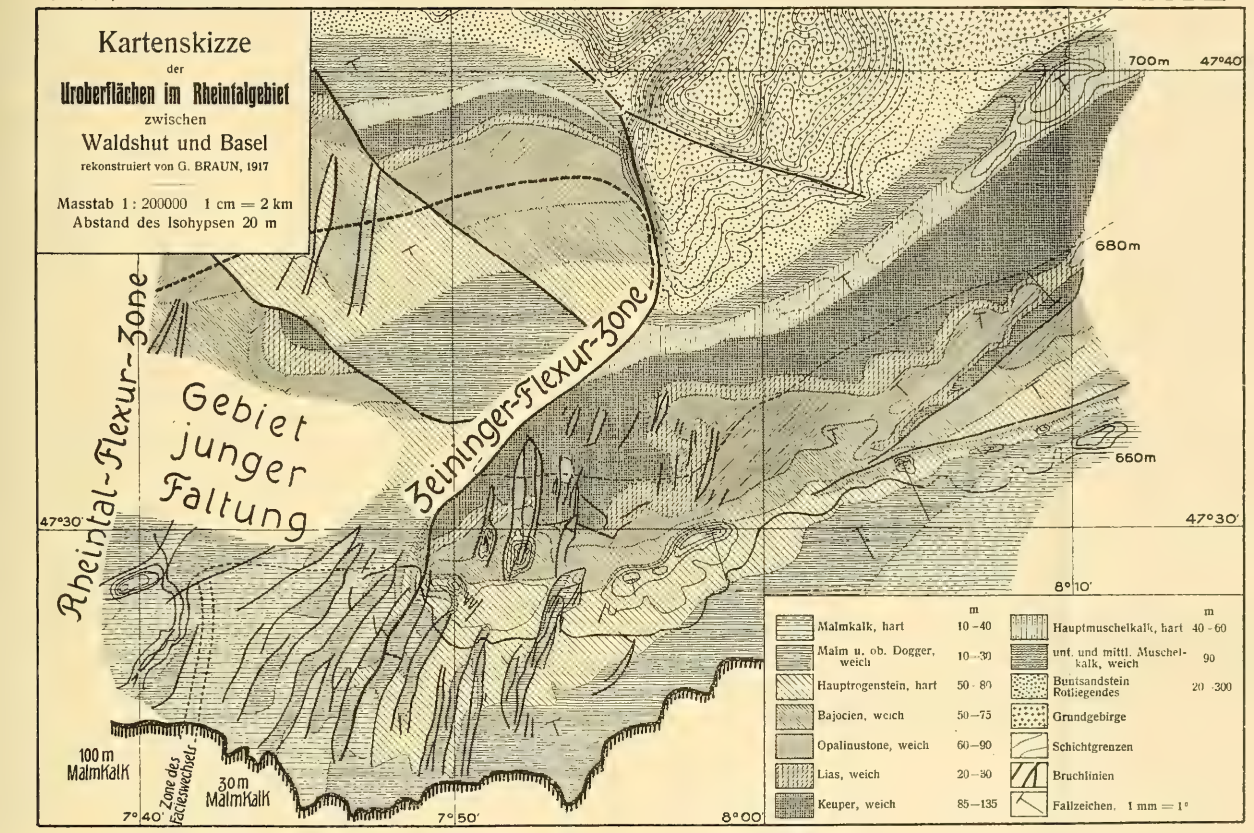
19) Physikal. Z. **16**. 224. 1915.

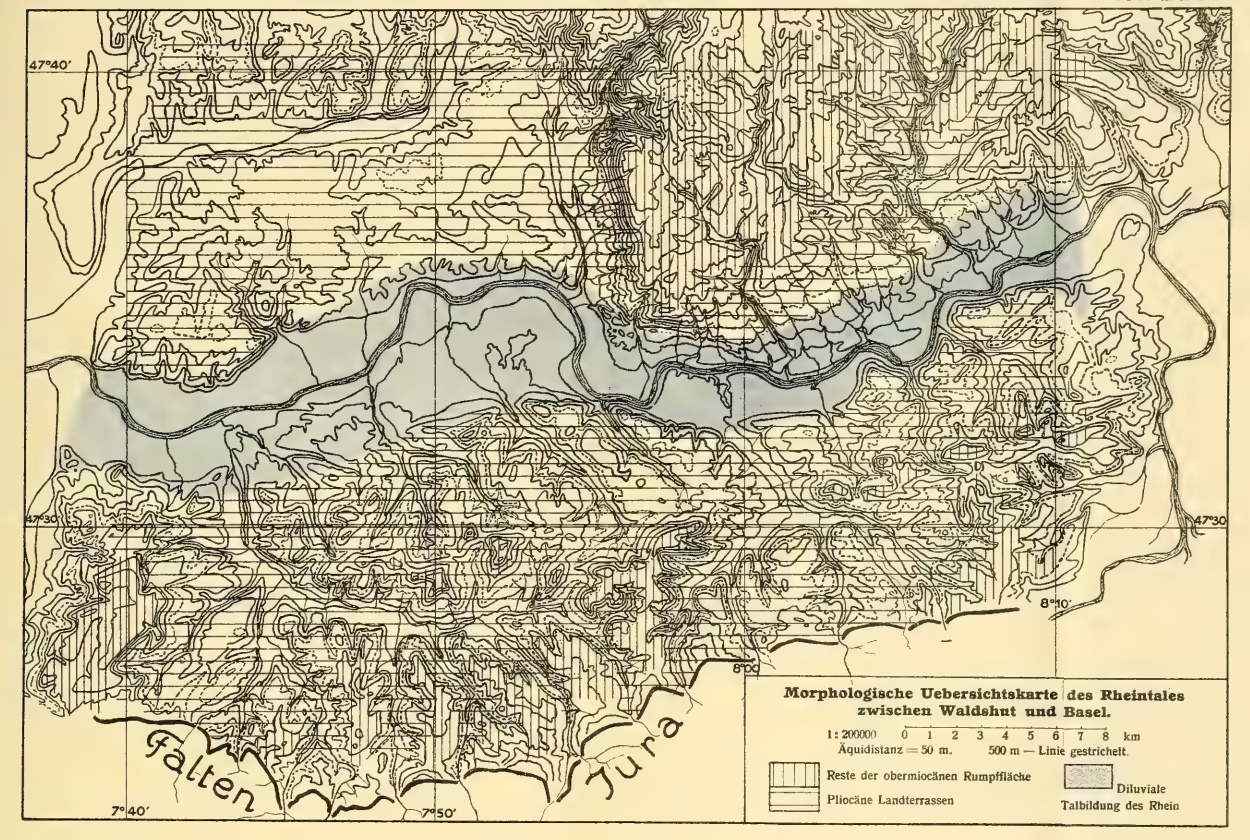
Basel, Physikalisch-Chemisches Laboratorium der Universität.
30. März 1917.


WICHTIGSTE FOSSILFUNDSTELLEN
1 Piajang Gadja (Ob. Miocaen)
2 Toenang di Gaungi (Unt. ")
3 Boekit Linggis (" ")
4 Boekit Telasi (obere Areido)
5 Doesoen Poboengo (unt. ")
6 Batoe Kapoer (" ")
7 Soengi Poboengo
8 Batoe Broego (ob. Jura)
9 Soengi Temaiang (" ")
10 Moeara Betoeng (unt. ")
11 Telok Gedang (oberes Perm)
12 Soengi Garing (idem Pflanzen)
13 Soengi Selajau (Unteres Perm
14 Pondok Damar (" "
15 Batoe Mentjaaal "
16 Batoe Tjanggar (" ")
17 Soengi Boengin (" ")
RESIDENTSCHAFT RIOUW
(AFD. INDRAGIRI)
TIGAPOELOH GEBERGE
CHINESISCHES MEER
KÜSTENEBENE
RES. PADANGSCHE BOVENLANDEN
SUBBARISSAN DEPRESSION
BATANG HARI
VORBARISSAN
VORTERTIÄRES LAND
PÉNÉPLAINE
DOEABLAS GEB
SUBBARISSAN DEPRESSION
MERANGIN
HOCHBARISSAN
SCHIEFERBARISSAN
BARISSAN
RESIDENTSCHAFT PALEMBANG
RES. BENKOELEN
INDISCHER OCEAN
KÜSTENEBENE
GEOTEKTONISCHE KARTENSKIZZE
DER RESIDENTSCHAFT DJAMBI [SUMATRA]
MAASSTAB 1:1600000
SW
NE
VORBARISSAN
SUBBARISSAN
DOEABLAS GEB
MAASSTAB 1:200000
Autochthone Schiefer
Autochthone Granitmassive
SCHEMATISCHES QUERPROFIL DURCH VORBARISSAN UND UMGEBUNG

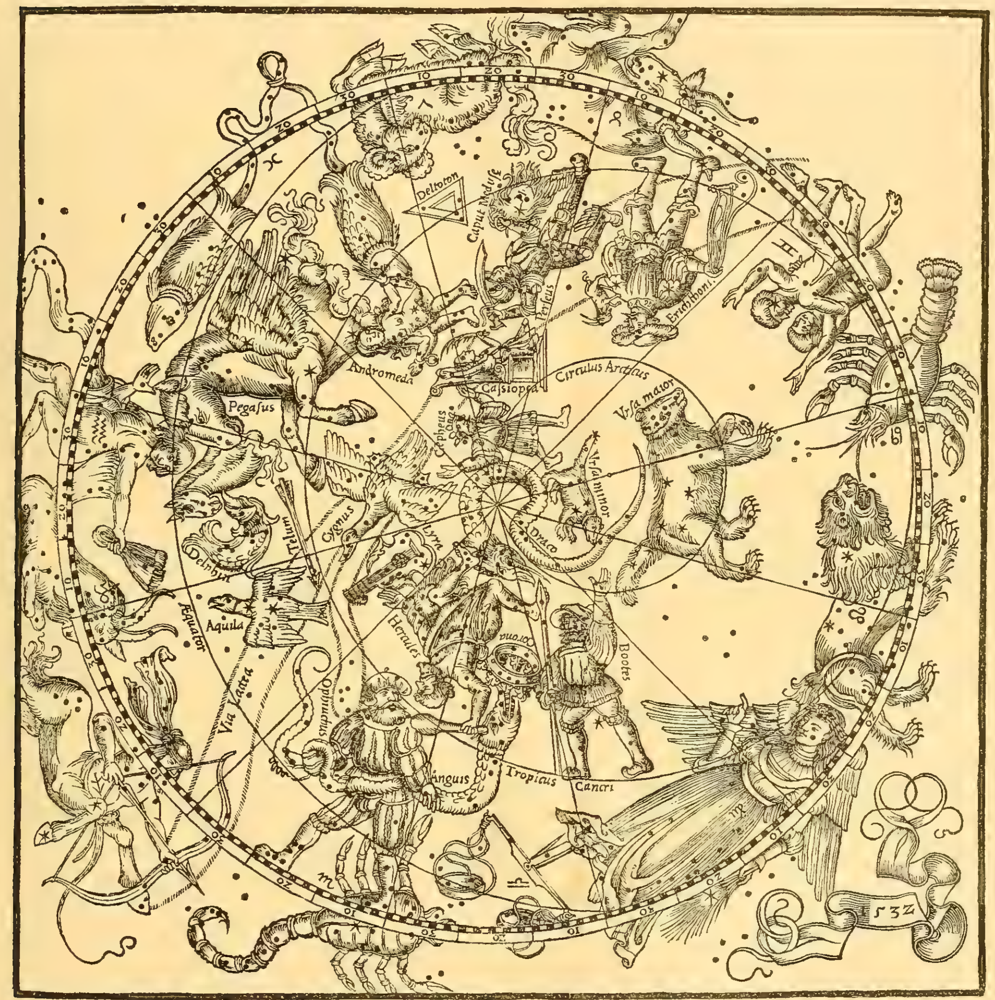
Karte mittlerer Höhen für die Schweiz
und die angrenzenden Gebiete.

Massstab 1:3 000 000


Kartenskizze
der
Uroberflächen im Rheintalgebiet
zwischen
Waldshut und Basel
rekonstruiert von G. BRAUN, 1917
Masstab 1 : 200000 1 cm = 2 km
Abstand des Isohypsen 20 m
700m
47°40'
680m
660m
47°30'
47°30'
8° 10'
Rheintal-Flexur-Zone
Gebiet junger Faltung
Zeininger-Flexur-Zone
100 m MalmKalK
Zone des Facieswechsels
30 m MalmKalK
7° 40'
7° 50'
8° 00'
m
Malmkalk, hart 10–40
Malm u. ob. Dogger, weich 10–30
Hauptrogenstein, hart 50–80
Bajocien, weich 50–75
Opalinustone, weich 60–90
Lias, weich 20–30
Keuper, weich 85–135
m
Hauptmuschelkalk, hart 40–60
unt. und mittl. Muschelkalk, weich 90
Buntsandstein Rotliegendes 20–300
Grundgebirge
Schichtgrenzen
Bruchlinien
Fallzeichen, 1 mm = 1°


47°40'
47°30'
47°30
8°10'
8°00'
7°40'
7°50'
Falten
Jura
Morphologische Uebersichtskarte des Rheintales zwischen Waldshut und Basel.
1: 200000 0 1 2 3 4 5 6 7 8 km
Äquidistanz = 50 m. 500 m — Linie gestrichelt.
Reste der obermiocänen Rumpffläche
Pliocäne Landterrassen
Diluviale Talbildung des Rhein

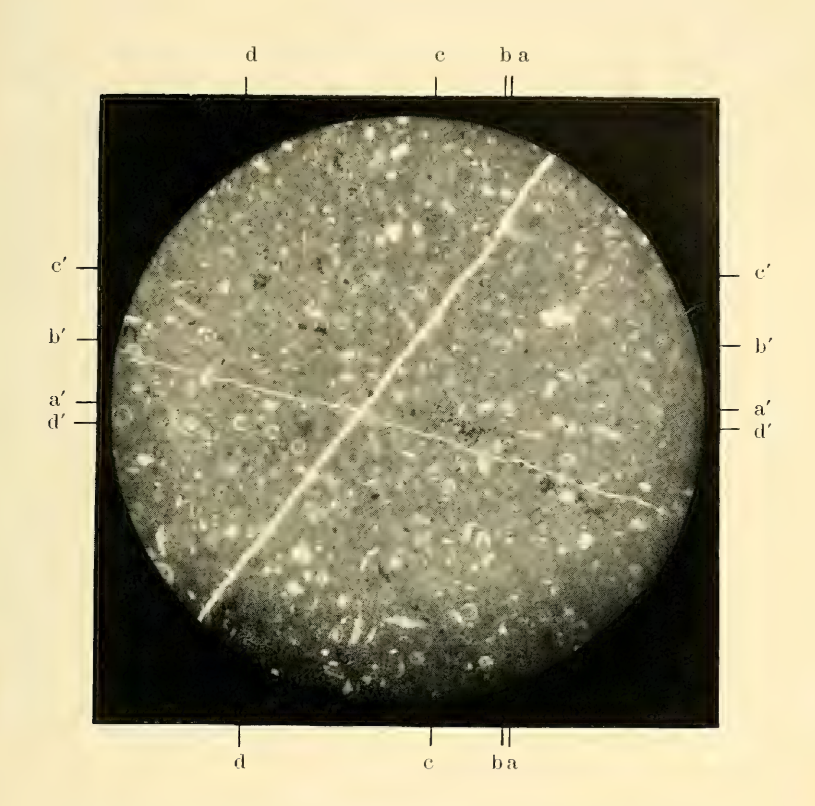
IMAGINES CONSTELLATIONVM
BOREALIVM.



TAFEL I.

IMAGINES CONSTELLATIONVM
AVSTRALIVM.

TAFEL II.

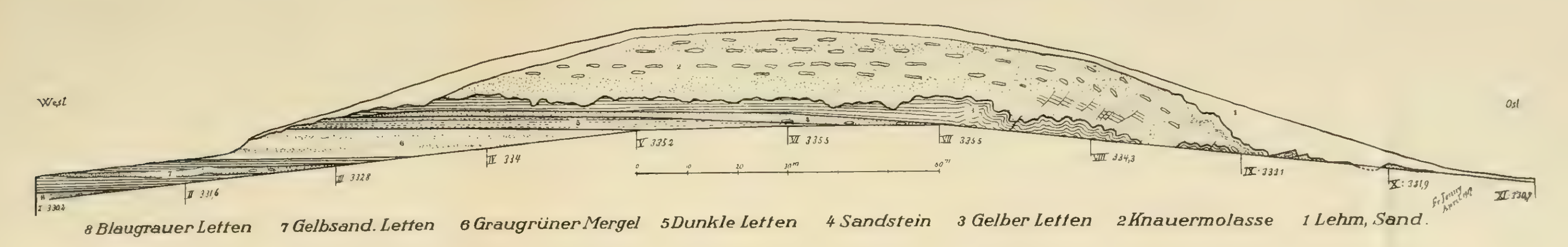


Calpionella alpina, Lorenz
aus einer Malmkalklinse im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes.
Vergrösserung ca. 47 fach.

Maasse der 4 Exemplare a—d in μ.

	Längsschnitt	Querschnitt
a	52. 5	43. 5
b	51. 5	41. 0
c	55. 0	40. 5
d	49. 5	44. 5

Profil durch den Kaepelirain



Uebersichtsprofil Therwil - Arlesheim.

Therwil. 310 m.

Käpelirain. 343 m.

Reinach. 308 m.

Austernbank. Birs 280 m.

Dornachbrugg. 295 m.

Arlesheim. 340 m.

Austernhoriz. 380 m.

480 m

0 — 1 km — 2 km

Fr. Jenny April 1917

Löss, Lehm, Schutt.	
Niederterrasse.	
Hochterrasse.	
Aquitan, Ob. Oligocän.	
Cyrenenmergel m. Cyathulahoriz.	
Septarienthon und Meeressand.	
Rauracien.	
Oxfordien.	
Dogger.	



Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Basel

Band XXVIII

Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum

mit 18 Tafeln, 25 Porträts und 101 Textfiguren.

Basel
Georg & Cie., Verlag
1917

Verzeichnis der Porträttafeln zum ersten Teil.

Verzeichnis der Tafeln zum zweiten Teil.

Inhalt.

